



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E AS
CONTRIBUIÇÕES DA REVISTA QUÍMICA NOVA NA
ESCOLA NO PERÍODO DE 1995 A 2015**

AUTOR: Thiago Dias Carvalhedo

ORIENTADORA: Profa. Dra. Jeane Cristina Gomes Rotta

Brasília - DF

Junho 2016



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E AS
CONTRIBUIÇÕES DA REVISTA QUÍMICA NOVA NA
ESCOLA NO PERÍODO DE 1995 A 2015**

AUTOR: Thiago Dias Carvalhedo

ORIENTADORA: Profa. Dra. Jeane Cristina Gomes Rotta

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como exigência parcial para a obtenção de título de Licenciado do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina, sob a orientação do Profa. Dra. Jeane Cristina Gomes Rotta.

Brasília- DF

Junho 2016

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. HISTÓRICO EVOLUTIVO DA CIÊNCIA	6
2.1 A CIÊNCIA NA PRÉ- HISTÓRIA.....	6
2.2 A CIÊNCIA NA GRECIA ANTIGA	6
2.3 A CIÊNCIA NA IDADE MÉDIA	8
2.4 O RENASCIMENTO CIENTÍFICO	10
2.5 A CIÊNCIA NA IDADE MODERNA	11
2.6 A CIÊNCIA NO SÉCULO XIX	13
2.7 A QUÍMICA NO SÉCULO XX	17
3. A CIÊNCIA E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	21
3.1 O QUE É CIÊNCIA	21
3.1.1 Métodos Científicos e seus pressupostos filosóficos.....	22
3.1.2.O ensino de ciências.....	25
3.2 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	26
4. METODOLOGIA	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA IDADE ANTIGA	32
5.2 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA IDADE MÉDIA	33
5.3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA RENASCENÇA E IDADE MODERNA	34
5.4 IDADE CONTEMPORÂNEA.....	36
5.5 HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM DIVERSOS PERÍODOS HISTÓRICOS/ OU RETROSPECTIVA HISTÓRICA	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	45
APÊNDICE 1.....	47

RESUMO:

Muitos professores de ciências, assim como os livros didáticos, apresentam uma visão inadequada das ciências e da metodologia científica. Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa é a produção de um referencial teórico que auxilie o professor de ciências naturais na compreensão sobre a natureza ciência e sua evolução histórica e conceitual, focando, a partir do século XX, a ciência química. Bem como, analisar como a Revista Química Nova na Escola tem contribuído com publicações, sobre a História e Filosofia das Ciências nos últimos vinte anos. Foram lidos os resumos e as palavras-chave de todos os artigos do periódico nessa escala temporal, depois os trabalhos foram divididos em alguns critérios de classificação, para posterior análise de alguns artigos. Observamos que esse periódico tem contribuído para a possibilidade de inserção da História da Ciência no Ensino de Ciências.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências, História da Ciência, Revista Química Nova na Escola.

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas indicam que muitas vezes os professores de ciências e os livros didáticos apresentam uma visão inadequada das ciências e da metodologia científica. Para Pereira (2009), uma das alternativas para a superação dos problemas no ensino de ciências é conhecer como a ciência é construída. Para esse autor entre as várias contribuições do conhecimento da história das ciências é que essa contradiz o cientificismo e o dogmatismo presentes nos textos escolares, onde o conhecimento científico é apresentado como produto pronto e acabado.

Podemos dizer, então, que conhecimentos sobre a natureza da ciência são importantes para uma alfabetização científica, com vistas a levar os alunos a tomadas de decisões de forma consciente e responsável. Para tanto se faz necessário uma imersão numa cultura científica que vá além da aquisição de pontos de vista sobre a natureza da ciência. Torna-se necessário superar visões estereotipadas da ciência que são assumidas de forma acrítica pelos professores, devido falta de reflexão. A História da Ciência pode auxiliar nesta superação fornecendo exemplos que se contrapõem a estas visões arraigadas nos professores e alunos, levando-os a refletirem sobre elas (PEREIRA, 2009, p.SN)

A história da ciência é importante para o ensino de Ciências, podendo humanizar as ciências, e fazer com que as aulas de ciências fiquem mais reflexivas, proporcionando ao aluno o desenvolvimento do pensamento crítico (MATTHEWS, 1995).

Segundo Da Silveira (2008), a história da ciência permite a compreensão da produção científica e para o aluno fica mais fácil se apropriar do conhecimento científico, superando assim a metodologia tradicional que não expõe as contextualizações históricas.

De acordo com Porto (2010), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio -PCNEM (Brasil, 1999) destacam a importância da história da ciência para as aulas de ciências, podendo auxiliar na contextualização dos conteúdos, propiciando aos alunos o entendimento do processo de construção do conhecimento. Não somente o Brasil reconhece a importância da história da ciência para o ensino. Segundo Porto (2010), no Reino Unido, o National Curriculum Council (NCC), sugeriu em 1988, que uma parcela do currículo de Ciências fosse atribuída a História e Filosofia da Ciência.

Para Da Silveira (2008), os docentes têm dificuldades em fazer relações históricas e socioculturais com alguns conteúdos. Um grande fator de importância a se considerar, é o acesso que esses docentes possuem aos resultados da produção de conteúdos acerca da História da Ciência. Existem periódicos no Brasil que publicam esse tipo de conhecimento, contextualizando assuntos das Ciências com a História, dentre os vários, estão a Química Nova e a Revista Química Nova na Escola.

Desde modo, o objetivo dessa pesquisa é a produção de um referencial teórico que auxilie o professor de ciências naturais na compreensão sobre a natureza ciência e sua evolução histórica e conceitual, focando, a partir do século XX, a ciência química. Bem como, analisar como a Revista Química Nova na Escola tem contribuído com publicações sobre a História e Filosofia das Ciências nos últimos vinte anos.

2. HISTÓRICO EVOLUTIVO DA CIÊNCIA

2.1 A CIÊNCIA NA PRÉ- HISTÓRIA

Na pré-história todos os fenômenos eram atribuídos aos Deuses, segundo Bebreus e Oliari (2007), a verdade era algo atribuída a uma espécie de inspiração divina, período que foi caracterizado pelos mitos.

Para Rosa (2012), a pré-história acumulou conhecimentos e técnicas que melhoraram a vida das pessoas naquele período, mas não podemos afirmar que a ciência surgiu no período pré-histórico, porque não estavam presentes todas as condições para que o conhecimento empírico fosse transformado em científico. A invenção da escrita pelos sumérios foi o marco que determinou o fim da pré-história.

Apesar de os egípcios usarem a astronomia na marcação do tempo, para Ronan (2001), eles não estavam interessados em teorias a respeito do sistema solar e do movimento dos planetas, uma das principais explicações para esse fato é que os sacerdotes-astrônomos estavam preocupados com a vida após a morte.

Para os sacerdotes-astrônomos do antigo Egito, contudo, o céu servia para a determinação do tempo. As constelações eram usadas, principalmente, para determinar o movimento do sol através do céu no decorrer do ano. E eles organizaram um calendário bastante satisfatório. Não era astronomicamente sofisticado, mas constitui o calendário civil mais avançado dos tempos antigos. (RONAN, 2001, p. 35).

Segundo Rosa (2012), na área da química os egípcios acumularam bastante conhecimento. Sabiam lidar com técnicas para o aproveitamento de metais, que era geralmente usado com ornamentos, e tinham os conhecimentos para fabricação do vidro, uma técnica bastante sofisticada para a época.

2.2 A CIÊNCIA NA GRECIA ANTIGA

A Grécia teve uma grande importância na História da Ciência. Os gregos, no século VI, desenvolveram o espírito científico, baseado na busca de uma explicação lógica para a compreensão dos fenômenos naturais (ROSA, 2012).

Para Chassot (2004), quatro fatores determinaram o desenvolvimento da ciência na Grécia antiga:

I. Uma grande curiosidade intelectual, que os levou a absorver conhecimentos e técnicas de outras culturas mais complexas;

- II. A ausência de uma organização administrativo-religiosa que impusesse pautas rígidas de comportamento e conduta;
- III. O pequeno tamanho das cidades- Estados, que facilita a participação ativa de todos os cidadãos nos assuntos públicos e sua proximidade física com as técnicas de produção; e
- IV. Sua tendência à reflexão e seu afeiçoamento à argumentação e à dialética, que os impelia a contrastar as idéias de cada um com as idéias dos demais. (CHASSOT, 2004, p.35)

Conforme esse autor (2004, p.38), na Grécia, “surtem no século VI a.C. três escolas: da Jônia, de Pitágoras e de Eléia”.

Tales de Mileto (640- 548 a. C.) um dos filósofos jônicos de grande relevância que era um mercante e navegador que elaborou uma forma de para calcular a distância utilizando a semelhança de triângulos, esse cálculo era feito para medir a distância dos barcos à costa.

“Tales propôs que a água é o princípio formador de tudo, sendo assim o primeiro a oferecer uma explicação geral da natureza sem invocar o poder sobrenatural. Aristóteles considera esse geômetra e legislador o fundador da filosofia grega.” (CHASSOT, 2004, p.40). No entendimento geral de vários autores na Grécia e Roma antiga, assim como outras culturas também, usavam-se os mitos para explicar os fenômenos da natureza que ocorriam. Especificamente na Grécia antiga, a maioria de fenômenos incomuns da natureza, como tornados, furacões e terremotos, que hoje são explicados e comprovados através de pesquisas científicas, eram ocorridas pela vontade dos Deuses do Olimpo.

O século V a.C. surgiram os atomistas, questão que se tratava da divisibilidade da matéria. Leucipo de Mileto afirmou que deveria existir uma partícula tão minúscula que não poderia ser mais dividida. Demócrito (470-380 a. C.) chamou a partícula fundamental de Leucipo de átomo (CHASSOT, 2004).

Para Ronan (2001), podemos destacar um grande nome da filosofia, Sócrates, que praticamente criou a arte da argumentação baseada numa simples experiência. Ele foi tão importante que os filósofos da Grécia antiga são divididos em pré-socráticos e pós- socráticos. Segundo Giordan (1999), Sócrates considerava a experiência empírica algo bastante importante, e outros filósofos desenvolveram suas teorias através do fenômeno da observação. Segundo Rosa (2012), no século IV a.C. Platão e Aristóteles foram decisivos na evolução do pensamento científico ao criar a Lógica Formal.

Aristóteles que foi discípulo de Platão formulou um método científico que predominou do século IV a.C. até o século XVII, o método de Aristóteles “consiste em analisar a realidade através de suas partes e princípios que podem ser observados, para, em seguida, postular seus

princípios universais, expressos na forma de juízos, encadeados logicamente entre si.” (KÖCHE, 1997, p.47)

Um grande astrônomo grego foi Claudius Ptolomeus (85 d.C- 165 d.C.), que segundo Oliveira Filho (2004), criou o modelo geocêntrico, que foi uma ideia predominante na antiguidade e na idade média. Dominou na Grécia antiga o modelo cosmológico de Aristóteles, juntamente com as ideias de Ptolomeu, esse modelo era formado por um universo geocêntrico, de forma esférica e finita (KÖCHE, 1997).

A história das ciências comprova o entendimento atual de que as Ciências menos complexas, não experimentais e de interesse imediato da Sociedade seriam as que primeiro se constituiriam e se desenvolveriam. Desta forma, a matemática e a Astronomia foram criadas pelos gregos, ainda que a especulação filosófica não estivesse abandonada. O desenvolvimento dessas duas Ciências levou ao nascimento de partes da Física, como a Mecânica (Estática e Dinâmica), a Óptica e a Acústica, mas, compreensivelmente, outros ramos da Física, como o Eletromagnetismo e a Termodinâmica, só surgiram muitos séculos depois, quando criadas condições para tanto. (ROSA, 2012, p. 101)

Com o domínio do mediterrâneo pelo Império Romano, a maioria das ideias gregas ainda predominou na cultura romana, segundo Ronan (2001), os romanos, apesar de realizarem obras fantásticas de arquitetura, desenvolveram pouco as ideias teóricas científicas, pois segundo Rosa não tiveram as condições necessárias para o desenvolvimento do pensamento científico e por isso a um consenso entre os autores que a contribuição para ciência desta civilização foi mínima.

2.3 A CIÊNCIA NA IDADE MÉDIA

Segundo Rosa (2012), com a queda do Império Romano do ocidente em 476 d.C. marcou o fim da Antiguidade e iniciou um período conhecido como Idade Média. Convencionalmente, a Idade Média (476 d.C.-1453) é dividida em alta idade média e baixa idade média, mas para Rosa (2012), temos que fazer essa divisão levando em conta os aspectos político, econômicos e sociais. Segundo a autora, para a história da ciência essa divisão acontece de uma maneira diferente, a Alta Idade Média compreende entre os séculos IV e XII e o período que entendemos como Baixa idade Média se estabelece entre os séculos XIII e XVI.

A partir do século IV o cristianismo veio a se tornar a religião oficial do império romano, que logo foi disseminada por toda a Europa (Ronan, 2001). As condições econômicas e políticas da Alta idade média, não favoreceram o desenvolvimento do pensamento científico, pois a

religião era contrária aos conhecimentos da antiguidade, que foram consideradas pagãs pelo cristianismo (ROSA, 2012).

Ao final da Alta Idade Média, houve uma redescoberta da cultura grega, pois, houve uma preservação da cultura grega pelos árabes, e que importantes obras foram traduzidas do grego ou do árabe para o latim, porém o trabalho de tradução das obras se reduziu a partir do século XIII (ROSA, 2012).

Na Baixa Idade Média, houve um pequeno início da retomada pelo pensamento científico, que séculos a frente se tornaria o renascimento científico. Para Rosa (2012), na área da matemática na idade média era estudada a geometria, e podemos observar a constatação desse fato ao olharmos as obras arquitetônicas desse período como igrejas e catedrais, no ramo da astronomia foram feitas observações celestes, porém essas observações não tinham fundamentação científica, eram feitas com propósitos religiosos, em mosteiros.

Para Chassot (2004), a ciência medieval está ligada a alquimia e em sua maioria eram membros da igreja, uma fácil explicação para esse fato é que nos mosteiros estavam os poucos alfabetizados. Podemos destacar alguns nomes como Alberto Magno (1206-1280) e Roger Bacon (1214-1292) que acreditavam na ideia de transmutação, que basicamente era a transformação de um determinado elemento químico em outro elemento. Pode-se destacar também o trabalho do espanhol Arnaldo de Vilanova (1250-1311) que possui cerca de cinquenta trabalhos sobre o assunto e o médico suíço Paracelso (Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus Von Hohenheim Paracelsus) que foi um famoso médico e pensador alquimista do século XVI.

Um fato importante que ocorreu no começo do segundo milênio foi o nascimento das universidades, Chassot (2004) data que as primeiras universidades criadas foram a Universidade de Bolonha na Itália em 1088 e Universidade de Paris entre 1050 e 1170. Essas instituições nesse período estavam subordinadas a vontade da igreja, assim como os seus currículos, que eram denominados de trivium e quadrivium.

Um grande nome que podemos destacar dessa época é o de Robert Grosseteste, que segundo Ronan (2001) foi um grande intelectual do século XIII na Inglaterra e um dos pioneiros a escrever sobre pesquisa científica.

A ciência, dizia, começou com a experiência dos fenômenos pelo homem, que era usualmente complexa. A finalidade da ciência era descobrir as razões para a experiência- encontrar suas causas- os “agentes causais” -, o próximo passo seria analisá-las, selecionando-as em suas partes ou princípios componentes. Depois disso, o fenômeno observado deveria ser reconstruído a partir desses princípios, com base numa hipótese, e finalmente a própria hipótese teria de

ser testada e verificada- ou invalidada- pela observação. (RONAN, 2001, p.139)

Através da influência de trabalhos de Aristóteles, Grosseteste formulou ideias que seriam futuramente a base da ciência experimental.

2.4 O RENASCIMENTO CIENTÍFICO

A partir do século XIII até o século XVI foi um período bastante promissor, onde teve um redescobrimento da ciência por partes dos intelectuais, esse período é denominado pela maioria dos autores como Renascimento Científico.

Segundo Huizinga (2010), na Alta idade média havia muitas instabilidades que dificultavam o desenvolvimento científico, como invasões e o fato da vida intelectual ser subordinada pela religião.

No período do século XIII ao XIV do Renascimento Científico houveram muitas invenções que possibilitariam o desenvolvimento de artefatos que mudariam o rumo da história da ciência, alguns exemplos são as bússolas magnéticas, a pólvora e o papel que possibilitaria o surgimento da imprensa (ROSA, 2012).

Os séculos XV e XVI aconteceram muitas mudanças em diversos setores da sociedade. “...Tais aspectos, contudo, podem ser examinados no contexto dos extraordinários acontecimentos nos domínios técnico, cultural, filosófico e religioso, que influíram, de maneira decisiva, no Renascimento Científico. ” (ROSA, 2012, p.374-375)

Para Chassot (2004), a área da química na Renascença foi influenciada pela alquimia, que deu colaboração em técnicas de metalurgia e de mineração. Nesse período o grande destaque vai para Leonardo da Vinci (1452-1519), que nasceu em Vinci, localizada perto de Florença. Da Vinci deixou um legado para as ciências e para as artes, ele possuía conhecimentos de matemática, arquitetura, engenharia, botânica, ótica, filosofia e anatomia.

Podemos ressaltar também o trabalho de Nicolau Copérnico (1473-1543), que foi um astrônomo polonês. Segundo Oliveira Filho e Oliveira Saraiva (2004), Copérnico introduziu o conceito de que a Terra girava em torno do sol, além de outros feitos como ter colocado os planetas em ordem de distância do sol, suas ideias foram registradas na obra *De Revolutionibus*. Em sua obra *The Copernican Revolution*, as ideias de Copérnico gerou uma transformação da ideia que o homem havia sobre o universo (KUHN,1957).

2.5 A CIÊNCIA NA IDADE MODERNA

De acordo com Rosa (2012), o período que vai do início do século XVII ao final do século XIX é denominado de Ciência Moderna. No século XVII Galileu Galilei (1564- 1642) foi um importante físico e astrônomo que introduziu vários conceitos como o da inércia e aceleração dos corpos em queda livre e também fez várias descobertas no âmbito da astronomia dando suporte ao modelo heliocêntrico. Por causa dessas descobertas foi acusado de heresia, e chamado a depor diante o tribunal da Inquisição, onde se retratou. Suas obras foram proibidas pelo Santo Ofício, e retirada do Índice de Livros Proibidos somente em 1822 (OLIVEIRA FILHO, OLIVEIRA SARAIVA, 2004).

Galileu Galilei foi o responsável ao principiar a matemática e a geometria como linguagens da ciência e o teste quantitativo experimental como mecanismo de validação de hipóteses, e a partir de Galileu se solidifica o domínio do diálogo científico, que ocorre entre o homem e a natureza (Köche, 1997).

Francis Bacon (1561- 1626) foi um grande filósofo e teve uma grande contribuição para a razão. Segundo Gottschall (2004), Bacon exigia três etapas para obter uma descoberta cientificamente comprovada, essas etapas envolviam o estudo dos fatos, formular a hipótese e testar essa hipótese. Ainda segundo o autor Bacon extingue o método dedutivo usado pelos gregos, tendo o primeiro questionador desse método Galileu Galilei e cria a teoria da indução científica.

Segundo Köche (1997), vários cientistas rejeitaram o método aristotélico, incluindo Bacon que também rejeitou o empirismo ingênuo, em face de todos os acontecimentos Bacon identificou a necessidade de um novo método como instrumento para a pesquisa, e apontou a indução experimental como um novo caminho para a ciência, esse novo método foi denominado de método científico.

Para Francis Bacon, o método científico deveria seguir os seguintes passos:

- a) Experimentação: é a fase em que o cientista realizaria os experimentos sobre o problema investigado, para poder observar e registrar metódica e sistematicamente todas as informações que pudesse coletar (experimento lucífero);
- b) Formulação de hipóteses fundamentadas na análise dos resultados obtidos dos diversos experimentos, tentando explicar a relação causal dos fatos entre si;

- c) Repetição da experimentação por outros cientistas ou em outros lugares, com a finalidade de acumular dados que pudessem servir para a formulação de hipóteses (experimentos frutíferos);
- d) Repetição do experimento para a testagem das hipóteses, procurando obter novos dados e novas evidências que as confirmassem;
- e) Formulação das generalizações e leis: pelas evidências obtidas, depois de seguir todos os passos anteriores, o cientista formularia a lei que descobrir, generalizando suas explicações para todos os fenômenos da mesma espécie. (KÖCHE, 1997, p.50, 51)

Isaac Newton, nascido em Woolsthorpe, Lincolshire no ano de 1642, foi um físico importante que formulou as três leis do movimento, em 1687 foi publicado a sua obra prima sob o título de *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Os princípios matemáticos da filosofia natural), nessa obra Newton reescreveu a ciência dos corpos em movimento com uma grande análise matemática (RONAN, 2001).

“A interpretação newtoniana de método científico, de acordo com Duhem (1914), era indutivista e positivista, próxima à interpretação de Bacon. Newton, dando uma interpretação diferente à de Galileu, se recusava a admitir que trabalhava com hipótese apriorísticas.” (KÖCHE, 1997, p.55). Ainda segundo o autor, a teoria newtoniana foi formulada com base no método científico- experimental indutivista, que era um método de grande confiabilidade pela precisão de seus resultados.

Röd (2008) relata que o pensamento predominante do século XVIII foi o Iluminismo, e o movimento defendia o pensamento racional se opondo a velhas superstições, John Locke foi considerado o pai do Iluminismo, apesar de pertencido ao século XVII. Para John Locke todas as ideias tinham que ser apoiadas em observações antes de alguma experiência.

De acordo com Rosa (2012), fazendo uma comparação na trajetória da História da Ciência, o século XVII houve um grande avanço na ciência. Esses avanços foram realizados em diversas áreas do conhecimento. A matemática obteve grande desenvolvimento no século XVII, com o surgimento do Cálculo e as geometrias projetiva e analítica. Na astronomia o grande destaque do século XVII é Newton, que estabelece a Mecânica Celeste e na mesma época constrói um telescópio refletor, superior às lunetas (telescópio refrator), criadas em 1608. No âmbito da física mais uma vez os autores dão destaque a Isaac Newton, que “... foi capaz de formular as três leis do movimento e a lei da gravitação, de definir os conceitos de inércia, massa e quantidade de movimento, de introduzir a ideia de força, de adotar os conceitos de espaço e tempo absolutos. ” (ROSA, 2012, p.101)

Robert Boyle (1627- 1691) foi um cientista importante no século XVII, segundo Rosa (2012), ele demonstrou que se em um sistema fechado, a temperatura for constante, o volume

de um gás é inversamente proporcional a sua pressão, essa lei é conhecida como Lei de Boyle-Mariotte.

Uma nova teoria foi formulada no século XVIII, chamada teoria do “flogisto”, essa teoria foi formulada por Georg Ernst Stahl. De acordo com essa teoria, “Metais, papel, madeira, carvão- materiais diferentes, mas combustíveis- conteriam, em proporções desiguais, o “princípio do fogo” ou flogisto; assim, quando queimados, o flogisto existente nos materiais seria liberado”. (ROSA, 2012, p. 331)

Segundo Santos (2002) com Antoine Laurent Lavoisier, a química se solidifica, ele incorporou nos seus trabalhos experimentais uma precisão nas suas medições com o uso do termômetro, calorímetro e a balança. Através de seus estudos, Lavoisier chegou à conclusão que a teoria do flogisto não era válida.

Definitivamente Lavoisier foi um marco no nascimento da Química Moderna, e Rosa (2012) descreve isso com muita clareza a seguir:

Lavoisier pesquisou os gases, decompôs o ar atmosférico e a água, refutou a decadente Alquimia e a metafísica do flogisto ao explicar a combustão, estudou os ácidos, introduziu o uso sistemático da balança e a prática da quantificação, estabeleceu o princípio da conservação da matéria, criou um novo método de nomenclatura química com novas designações para as substâncias, invalidou a teoria dos quatro elementos e formulou novo conceito de elemento; foi ainda pioneiro na físico-química, ao trabalhar sobre os efeitos do calor nas reações químicas, e o pioneiro na Bioquímica, ao pesquisar a respiração humana e de animais, medindo o oxigênio consumido; inventou o calorímetro de gelo e o gasômetro, lançou mão da nova ciência em seu Tratado Elementar da Química. (ROSA, 2012, p.325)

No século XVII e XVIII ocorreu um avanço científico em diversas áreas das ciências. No final do século XVIII, temos o nascimento da Revolução Industrial na Inglaterra, para Chassot (2004), há uma grande relação entre o desenvolvimento das ciências e Revolução Industrial.

2.6 A CIÊNCIA NO SÉCULO XIX

Os historiadores relatam que o século XIX foi o grande século para a Química. Segundo Rosa (2012), a História da Química no século XIX pode ser dividido em três períodos, o primeiro período é composto pela criação da Química Orgânica e a formulação da Teoria atômica, o segundo corresponde a criação da Tabela Periódica e o avanço da Química Analítica e o terceiro o desenvolvimento da Química Industrial.

Ainda segundo Rosa (2012), Lavoisier foi fundamental para a Análise Química, que é uma ciência que se baseia na quantificação e experimentação, e foi essa metodologia que foi responsável para o avanço da ciência. Os fundamentos estabelecidos por Lavoisier também propiciou o surgimento da Química Inorgânica.

Houve um grande salto na Química, especificamente na descoberta de novos elementos que hoje são organizados na Tabela Periódica, graças a Mendeleiev, o autor descreve que foram descobertos no século XIX um total de 82 elementos, incluindo o Polônio (Po) e o Rádio (Ra) em 1898, por Pierre e Marie Curie (ROSA, 2012).

Uma concepção muito forte que evoluiu no século XIX foi a do Atomismo, a partir das ideias do final do século XVIII, foi possível o desenvolvimento da concepção Atomística por Jeremias Richter e Louis Joseph Proust. Dalton baseou-se nas ideias de Proust para fazer a formulação de que as partículas seriam indivisíveis (Rosa, 2012). O autor ressalta que o químico italiano Amedeo Avogadro (1776- 1856) teve uma grande contribuição para o Atomismo, publicando em 1811 um artigo diferenciando átomo e molécula, que seria retomado em 1833 pelo químico Marc- Antoine Gaudin (1804- 1880), que também propôs a explicar a diferença entre átomo e molécula. Mais tarde em 1897 o inglês John Thomson (1856-1940) faria experimentos com raios catódicos que revolucionaria o tradicional entendimento sobre átomo.

Segundo Ronan (2001), o químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779- 1848) inventou uma notação química, e também fez experimentos para obter uma medição dos pesos atômicos. Para Rosa (2012), Berzelius foi um grande cientista teórico e experimental para a Química Moderna, ele formulou a “teoria dualista”, ele acreditava que cada corpo era eletropositivo e eletronegativo. Podemos destacar na mesma época os trabalhos de Michael Faraday na eletroquímica.

O grande progresso das ciências orgânicas e inorgânicas foi essencial para o desenvolvimento industrial no século XIX (ROSA, 2012).

Na área da Química Orgânica Friedrich August Kekulé (1829-1896), publicou uma grande obra de 1861 a 1887, dividida em quatro volumes. Ronan (2001) considera as descobertas de Kekulé importantes porque forneceu uma base para determinar a estrutura e composição de moléculas orgânicas.

Chassot (2004), em sua obra notável, faz uma resenha dos principais acontecimentos da área da química no século XIX, que são descritos a seguir:

- A superação da idéia flogisticista e o esclarecimento da combustão por Lavoisier, no final do século XVIII, traz novos direcionamentos para as investigações sobre a natureza das substâncias.
- A necessidade de tratamento quantitativo dos fenômenos químicos passa a ser uma exigência, e balanças cada vez mais precisas tornam-se instrumentos indispensáveis em qualquer laboratório.
- São estabelecidas as leis das combinações, destacando-se os trabalhos de Benjamin Richter, Ernst Fischer, Joseph L. Proust, que passam a definir não só as possibilidades de determinação de compostos como a previsibilidade de novas substâncias.
- John Dalton (1766- 1844), buscando explicar as propriedades dos gases, propõe que estes deveriam ser formados por átomos, que se diferenciariam só no tamanho.
- A proposta lavoisieriana de uma nomenclatura universal é aceita internacionalmente. A química ganha não só uma linguagem universal quanto à nomenclatura adotada, mas também quanto aos seus conceitos fundamentais.
- É estabelecida a classificação periódica dos elementos, com base nos trabalhos de Dimitri Ivanovitch Mendeleiev (1834-1907).
- Os notáveis avanços da eletricidade, trouxeram significativas contribuições para a química, principalmente com os estudos da afinidade química, principalmente com os estudos da afinidade química e da eletrólise, que forneceram esclarecimentos sobre a estrutura da matéria.
- Há um notável desenvolvimento da química orgânica, que tem seu grande momento a partir da síntese da uréia, em 1828, por Friedrich Wöhler (1800-1882). Essa síntese de um produto de origem animal a partir de um composto inorgânico pôs fim à teoria da força vital e tornou-se um marco na história da química. A determinação dos conceitos de isomeria e de radical e a teoria tetraédrica do átomo de carbono são outros balizadores dessa história, na qual há muitos nomes proeminentes.
- São aplicados métodos matemáticos á química em vários estudos: da cinética das reações, com a definição dos conceitos de “moléculas ativas” e “energia de ativação”; do equilíbrio químico; da termodinâmica dos processos químicos, com conceitos de “calor” e “calor de reação” e a conservação da energia; das soluções e suas propriedades coligativas.
- A consequência de todos esses avanços foi o surgimento da indústria química. (CHASSOT, 2004, p.189-191)

A biologia segundo Ronan (2001) obteve grande campo no século XIX, um dos cientistas para o autor que mais se destaca nesse século são as de Louis Pasteur (1822- 1895), que estudou química em Sorbonne na França e foi professor de Ciência da Universidade de Lille. Pasteur fez experimentos envolvendo as possíveis causas dos problemas que a Indústria da cerveja na cidade de Lille estava tendo, pois depois da fermentação, a cerveja estava azedando, a partir dessa problemática Pasteur partiu para vários estudos e experimentações e chegou à conclusão que esse processo ocorria graças a ação de organismos vivos.

Rosa (2012) destaca na sua obra alguns pontos importantes da biologia no século XIX, dentre esses pontos podemos destacar:

- Criação de novas áreas dentro do conhecimento da Biologia, como a Histologia, Citologia e a Evolução;
- A elaboração da teoria da origem das espécies e o processo de seleção natural;
- O emprego do método experimental;
- E o uso de novas técnicas e equipamentos de pesquisa como o microscópio por exemplo. (ROSA, 2012, p. 244)

O campo da Evolução ganha importância com a publicação de A Origem das Espécies por Charles Darwin em 1859. Darwin pela impossibilidade da experimentação, recorreu ao método Histórico baseado em conceitos. O campo da Genética cria vida com Gregor Mendel, que só ganha a devida importância a nos anos 70 do século XX, com pesquisas no campo da embriologia e da biologia molecular (ROSA, 2012).

Segundo Ronan (2001), a física teve grande desenvolvimento no século XIX, as pesquisas de James Joule, Lorde Kelvin e Rudoff Clausius foram bastantes importantes. Joule fez experiências sobre a constituição dos gases. Kelvin foi um grande físico e fez grandes melhoramentos na bússola e Clausius ficou conhecido por um artigo sobre a teoria do calor.

Para Ronan (2001), a eletricidade era concebida como um fluido imponderável no princípio do século XIX, Georg Ohm realizou experimentos e por volta de 1826 formulou sua teoria.

Afirmou que a eletricidade se movia por um fio passando de partícula em partícula (também se julgava que o fluido calor se movia exatamente desse modo) e se calculou que esse movimento devia ser causado por um potencial ou uma tensão elétrica, do mesmo modo como uma diferença de temperatura causava um fluxo de calor. (RONAN, 2001, p.49)

É importante ressaltar que a energia elétrica teve um grande papel para o desenvolvimento das ciências e para a Revolução Industrial. Porém foram as experiências de Michael Faraday que resultaram no desenvolvimento de geradores elétricos e motores, impulsionando a indústria (RONAN,2001).

A área da Astronomia obteve o aperfeiçoamento de técnicas de observação e dos instrumentos de óptica e por consequências melhoraram as qualidades das observações e pesquisas realizadas. Em 1891 é criada Astronomische Gessellschaft (Sociedade da Astronomia), estabelecendo uma comunicabilidade internacional no setor (ROSA, 2012).

Chassot (2004) e Rosa (2012) tem um entendimento que a ciência do século XIX recebeu uma considerável herança nas áreas da química, da física e da biologia, na química

especificamente todos os ramos foram essenciais para a consolidação da Química Industrial no final do século XIX.

2.7 A QUÍMICA NO SÉCULO XX

Na concepção de Rosa (2012), o marco evolutivo inicial na história da Química no século XX é a elaboração da Teoria quântica do físico Max Planck em 1900. O autor divide a história da química no século XX em duas etapas, a primeira etapa consiste nesse descobrimento do físico Max Planck até o final da segunda guerra mundial que ocorreu em 1945, e a segunda etapa é considerada do pós-segunda guerra mundial até o ano 2000.

No século XX houve expansão uma da Química como ciência, para isso foi preciso que novos conceitos fossem criados e as esferas da Química definidas, como a Química analítica, Físico- Química, Química Inorgânica, Química Orgânica e Bioquímica (ROSA, 2012).

No campo da Química analítica houve a introdução de técnicas usando a eletricidade. A titulação de ácido-base, por Joel Hildebrand, e a formulação do novo conceito de pH de Wilhem Ostwald marca a primeira década dessa área da química. A espectrofotometria se desenvolve nos anos 30 e a química orgânica se beneficia da criação do espectroscópio infravermelho. A espectrometria de massa foi inventada pelo físico e químico inglês Francis Willian Aston, e essa pesquisa teve importância no campo atômico. (ROSA, 2012)

Para o autor, o cenário da segunda pós-guerra mundial na área da Química analítica obteve-se um grande avanço em técnicas espectroscópicas, esses estudos foram desenvolvidos por Gerhard Herzberg, o estudo possibilitou as pesquisas em a estrutura eletrônica e a geometria das moléculas. Na década de 80 foi desenvolvida uma técnica de espectroscopia com laser, essa técnica é chamada de Femtoquímica e foi criada Ahmed Zewail, e possibilita estudar os detalhes das reações químicas.

A Físico- Química também é analisada na obra de Rosa (2012) em quatro partes, que são: a Termoquímica, Cinética química, Eletroquímica e Ácidos e Bases. O autor relata que a Termoquímica nasce com as pesquisas de Walther Hermann Nernst, em seus estudos desenvolveu uma equação chamada de equação de Nernst e pesquisas formulando a lei da distribuição de uma matéria em duas fases, publicou uma grande obra em 1893, intitulada Theorische Chemie, e formulou o Teorema do Calor, que é conhecido como a Terceira Lei da Termodinâmica

Nas pesquisas na área da Termoquímica destaca-se Walther Hermann Nernst (1864-1941), onde ele pesquisa as medições de calores específicos e calores da reação. Em consequência da descoberta da Terceira Lei da Termodinâmica por Nernst, surgem várias pesquisas no meio científico no ramo da Termodinâmica, pode-se citar como exemplo as pesquisas de Ilya Prigogine (1917-2003), Prêmio Nobel de Química de 1977 por seus estudos sobre processos irreversíveis com a formulação da Teoria das estruturas dissipativas (ROSA (2012).

No ramo da cinética Química algumas pesquisas se destacam no século XX. Na década de 80 foram investigados os estágios intermediários entre os produtos e os reagentes da reação química (ROSA, 2012).

Linus Carl Pauling (1991-1994) foi um importante pesquisador no campo da Eletroquímica, onde usou de técnicas experimentais inovadoras para a realização de seus trabalhos, como a cristalografia dos raios-X, o autor a seguir cita uma das contribuições de Pauling:

Aplicaria métodos físicos, como os da difração dos raios-X e do elétron e do efeito magnético para determinar a estrutura da molécula, e Mecânica quântica para o fenômeno das ligações de compostos químicos. Mostraria como as propriedades de vários átomos se relacionavam com seus elétrons na aplicação da mecânica de ondas e desenvolveria uma série de regras (formação de pares, giro dos elétrons e posição nos orbitais do átomo) que mostravam, de forma sistemática, a formação das ligações químicas. (ROSA, 2012 p. 239)

Na parte de Ácidos e Bases destaca-se o químico Svante Arrhenius (1859-1927), na sua tese de doutorado foi sobre dissociação iônica em solução, que mais tarde foi reformulada por Peter Joseph Wilhelm Debye (1884- 1966). No ano de 1923 os físicos- químicos Johannes Nicolaus Brønsted (1879- 1947) e Thomas Marton Lowry (1874-1936) generalizam o conceito de ácido de Arrhenius e várias outras substâncias foram classificadas como ácidos e bases (Rosa, 2012). Porém esse conceito é mais generalizado ainda por Gilbert Newton Lewis (1875-1946), a seguir explica claramente o conceito de Lewis:

De acordo com o químico americano, o ácido deveria ser entendido como possuindo uma camada eletrônica externa incompleta, estando, assim, em condições de aceitar um par de elétrons proveniente de outra molécula e a base como a substância capaz de ceder um par de elétrons a um ácido. (ROSA, 2012, p. 243)

Com as descobertas no final do século XIX, a área da Química Inorgânica obtém grande progresso no século XX. Segundo Rosa (2012), novos elementos da tabela periódica foram descobertos, como o elemento protactinium (Pa) e o letetium (Lu), destacando o

technetium (Tc), que foi o primeiro elemento sintetizado em laboratório no ano de 1937. J.J. Thomson em seus estudos com o gás neônio, deduz que seria constituído de massa diferente e de mesma carga, mais tarde estudos na Inglaterra comprovariam a existência de isótopos, anos depois o químico Willian Aston conclui em suas pesquisas que o conceito de isótopo se aplica a todos os elementos. A grande relevância e a descoberta do isótopo radioativo carbono-14 em 1940 por Martin David Kamen (1913-2002) (ROSA, 2012).

Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887- 1915) pesquisou sobre comprimentos de ondas da radiação do espectro dos raios- X em alguns elementos da tabela periódica, e estabeleceu uma relação inversamente proporcional entre o comprimento de onda e o número atômico e fez algumas alterações na tabela periódica através das suas pesquisas (ROSA, 2012).

No ramo da Química Orgânica houve bastante progresso no século XIX, várias teorias foram desenvolvidas abrindo um campo variado para a pesquisa no século XX, para Rosa (2012), os estudos nesse campo ajudaram na melhoria das condições de vida da sociedade e do estilo de vida também, esses estudos impactaram em vários campos como o da medicina, indústrias, explicitamente o da indústria petroquímica. Podemos citar como as principais descobertas nessa área o furuleno, que é uma nova forma alotrópica do carbono, e seus pesquisadores americanos Robert Curl Jr e Richard E. Smalley e o inglês Harold W. Kroto receberam o Prêmio Nobel de Química de 1996, pois essa descoberta foi de grande importância para toda a indústria.

Rosa (2012), pode-se ressaltar a importância da Estereoquímica, as pesquisas começaram com Pasteur no século XIX e continuaram no século XX com Alfred Werner (1866-1919) e com Marcellin Berthelot que foram importantes para a indústria farmacêutica. Willian S. Knowles, Ryoji Noyori e K. Barry Sharpless trabalharam no desenvolvimento da síntese assimétrica, o que contribuiu para invenção de vários medicamentos.

O desenvolvimento na área da síntese orgânica impulsionou a indústria química no século XX a criação de novos setores industriais, como por exemplo a petroquímica e as descobertas na área foram essenciais na produção de novos medicamentos que seriam essências para a sociedade (ROSA, 2012), Segundo o autor, os principais fatos no âmbito da síntese orgânica foram;

- Emil Hermann Fischer (1852- 1919) sintetizou a manose, a cafeína, a frutose e a glicose, além disso, em 1907 sintetizou uma molécula proteica e Fischer obteve a primeira síntese de um nucleotídeo em 1914;
- A amônia foi sintetizada pelo químico Fritz Haber (1868-1934), através de um processo titulado de Haber- Bosch;

- A partir da década de 30 começaram o desenvolvimento dos polímeros artificiais pelo químico Wallace Hume Carothers (1896-1932);
- Richard Willstatter (1872-1942) desenvolveu a técnica da cromatográfica e sintetizou octatetraeno;
- Foram organizadas por químicos ingleses as estruturas moleculares da morfina, nicotina e estricnina;
- Síntese da vitamina A, vitamina B (ácido ascórbico) e vitamina B2 e vitamina B6 (piridoxina);
- Síntese da morfina pelo químico Marshall Gates (1915-2003);
- Síntese da penicilina em 1957 por John C. Sheehan;
- Síntese do hidrocarboneto, em 1964 por Philip Eaton;
- Robert Burns Woodward (1917- 1979), “sintetizou o colesterol (1951), cortisona (1951), estricnina (1954), ácido lisérgico (1954), reserpina (1958), clorofila (1960), tetraciclina (1962), colchicina (1963), e o antibiótico cefalosporina (1965)” (ROSA, 2012, p. 266). Woodward é um dos mais importantes pesquisadores no âmbito da síntese orgânica junto com Elias James Corey;
- Elias James Corey realizou mais de 100 sínteses orgânicas, além de desenvolver vários reagentes sintéticos, em 1990 foi contemplado pelo Prêmio Nobel de Química. (Rosa, 2012, p.266-267).

3. A CIÊNCIA E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

3.1 O QUE É CIÊNCIA?

Para Freire- Maia (2007), o conceito de ciência pode ser definido em dois aspectos: a ciência- disciplina e a ciência-progresso, que Freire- Maia define como:

Ciência- disciplina: conjunto de descrições, interpretações, leis, teorias, modelos, etc., que visa ao conhecimento de uma parcela da realidade e que resultou da aplicação de uma metodologia especial (metodologia científica).
Ciência- processo: primeiro estágio- atividade, na base de uma metodologia especial (metodologia científica), que visa à formulação de descrições, leis, teorias, modelos, etc., sobre uma parcela da realidade; segundo estágio- divulgação dos resultados assim obtidos. (FREIRE-MAIA, 2007, p.13)

Lakatos e Marconi (2003) define a ciência como uma sistematização de conhecimentos. Lakatos cita na sua obra a definição do nobre autor Trujillo Ferrari, segundo Ferrari “A ciência é todo um conjunto de atitudes e atividades racionais, dirigidas ao sistemático conhecimento com um objeto limitado, capaz de ser submetido à verificação”.

Ainda segundo Lakatos e Marconi (2003) as ciências devem possuir objeto ou finalidade, função e objeto material e formal.

Para Chauí (2011), existem três principais concepções de ciência: a concepção racionalista, a concepção empirista e a concepção construtivista. Na concepção racionalista, entende a autora que é um conhecimento racional dedutivo e demonstrativo e o objeto científico é uma representação intelectual universal, além de ser matemático.

Segundo Chauí (2011), a concepção empirista descreve que é a ciência é uma interpretação dos fatos, que devem ser fundamentados em experimentos e observações, essa concepção ela vai de Aristóteles até o século XIX.

A concepção construtivista é iniciada no século XX e “considera a ciência uma construção de modelos explicativos para a realidade e não uma representação da própria realidade.” (CHAUÍ, 2011, p.277)

Freire- Maia (2007) disserta que os filósofos da ciência não definem ciência, pois é algo bastante complexo, segundo o autor existem diferentes definições de ciência

3.1.1 Métodos Científicos e seus pressupostos filosóficos

3.1.1.1 Positivismo

“O positivismo é uma tendência filosófica que pretende ser empirismo consequente, ou seja, sua meta é permitir apenas proposições que se apoiem exclusivamente em observações.” (RÖD, 2008, p.445)

Para Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004), o positivo que vem de Comte, esse movimento foi combinado com o uso da lógica moderna, esse movimento foi influenciado pelas descobertas da física.

Para os positivistas, era muito importante a justificação da origem das teorias científicas; eles admitiam como a única fonte válida, a observação e a experimentação. A experiência humana devia ser a origem e a função do conhecimento científico; a invenção, a imaginação e a especulação não deviam desempenhar papel importante nesse processo. (SILVEIRA, 1996, p.209)

Segundo Röd (2008), esse movimento ganha visibilidade no século XIX, e progride nas primeiras décadas do século XX, assimilando para o movimento os meios formais da lógica matemática, o neopositivismo

Método Indutivo

Segundo Lakatos e Marconi (2003) a indução parte de dados e infere-se uma verdade universal, cujo o objetivo é chegar em conclusões mais abrangentes que suas premissas.

Para Freire- Maia (2007), o grande nome da indução é John Stuart- Mill (1806- 1873), Stuart- Mill elaborou uma lista com tipos de procedimentos experimentais que seriam: o método da concordância de John Duns, método da diferença de William of Ockham, método conjunto da concordância e da diferença, método dos resíduos e o método das variações concomitantes. Stuart- Mill propôs que esse procedimento indutivo seria incontestável para pesquisas experimentais.

Para Ruiz (1982), a indução vai de fatos, ou enunciados menos gerais para se chegar a uma conclusão mais geral, o autor ressalta as várias espécies de indução, onde destaca-se a indução científica que parte de um fenômeno até a uma lei geral.

O método indutivo tem como princípio o empirismo, e parte primeiro da observação, registro e análise dos fatos. Para o autor, como esse método precisamente depende dos sentidos para a observação dos fatos, a realidade captada pelos órgãos sensoriais não seria em momento

algum questionada, fazendo com que o cientista ao usar esse método adquirisse uma postura ingênua (KÖCHE,1997).

Para Chalmers (1993), a indução se inicia com a observação e depois registrar o que foi observado. Sob a visão do autor podemos exemplificar o método indutivista dessa forma: “Se um grande número de As foi observado sob uma variedade de condições, e se todos esses As observados possuíam sem exceção a propriedade B, então todos os As têm a propriedade B.” (CHALMERS, 1993, p.21)

Um exemplo que ilustra muito bem o método indutivo: “Vejo mil cisnes e verifico que todos eles são brancos. Induzo, na base dessa amostra de mil que todos os cisnes deverão ser brancos. Vê-se que a conclusão passa de mil (fato seguro) para todos (incerto).” (FREIRE-MAIA, 2007 p.32)

A indução, assim como era concebida por Bacon e posteriormente por Newton e pelos positivistas do século XIX, foi por muito tempo o critério de demarcação entre ciência e não- ciência. Com a preocupação de alcançarem resultados supostamente científicos, isto é, certos, precisos, seguros e confiáveis, só aceitavam o que pudesse ser produto da experiência científica. Essa experiência, porém, buscava a verificação, a confirmabilidade de seus enunciados singulares, através do acúmulo de evidências positivas, isto é, de provas que concordassem com o conteúdo dos enunciados que estavam testando. (KÖCHE, 1997, p.65)

Segundo Popper (2007), o método da indução pode apresentar problemas, como por exemplo sobre a validade de enunciados universais que são encontrados com base na experiência, explica o autor que esses enunciados universais que tem como base a experiência só pode ser caracterizado como um enunciado universal.

O problema da indução também foi analisado por David Hume, o filósofo nega totalmente o aspecto lógico do método indutivo, pois mesmo sem haver justificativas lógicas o método indutivo dava certo, e como resposta a esse fato Hume atribui ao aspecto psicológico do ser humano (FREIRE- MAIA, 2007).

Para Köche (1997), o método da indução não se sustenta, pois, mesmo as premissas sendo verdadeiras, a conclusão poderia ser tanto verdadeira como falsa, essa metodologia ainda segundo o autor poderia ser questionada epistemologicamente, já que a interpretação do conteúdo é feita com base em teorias que os pesquisadores acreditam ser verdadeiras.

Método dedutivo

Para Lakatos e Marconi (2003), o método dedutivo possui algumas características que distingue o método dedutivo do método indutivo, que são:

Dedutivo

- I. Se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão deve ser verdadeira.
- II. Toda informação ou conteúdo fático da conclusão já estava, pelo menos, implicitamente nas premissas.

Indutivo

- I. São todas as premissas verdadeiras, a conclusão é provavelmente verdadeira, mas não necessariamente verdadeira.
- II. A conclusão encerra informação que não estava, nem implicitamente, nas premissas. (LAKATOS E MARCONI, 2003, p.92)

Método Hipotético-dedutivo

Na obra de Lakatos e Marconi (2003), contempla a visão Karl Popper para o método hipotético- dedutivo, segundo o autor:

Para Karl Popper, o método científico parte de um problema, ao qual se oferecesse uma espécie de solução provisória, uma teoria- tentativa, passando-se depois a criticar a solução, com vista à eliminação do erro e, tal como no caso da dialética, esse processo se renovaria a si mesmo, dando surgimento a novos problemas. (LAKATOS; MARCONI, (2003), p.95)

Com a necessidade de testar possíveis soluções para um problema faz com que a investigação científica se desenvolva, “o homem usa teorias produzidas pela ciência para compreender, explicar, descrever os fatos existentes e mesmo prever o futuro”. (KÖCHE, 1997, p.71).

Para Popper uma teoria seria boa o bastante se estivesse aberta a fatos novos, mudando assim o entendimento do pesquisador acerca de seus princípios, pois esses princípios e teorias podem a vir se tornar falsas. “A falseabilidade seria o critério de avaliação das teorias científicas e garantiria a ideia de progresso científico, pois a mesma teoria que vai sendo corrigida por fatos novos que a falsificam.” (CHAUI, 2004, p.283)

A teoria do conhecimento proposta por Popper pode ser sintetizada no esquema seguinte:

$P1 \rightarrow TS \rightarrow EE \rightarrow P2$

P1 é o problema da partida. TS é a tentativa de solução que corresponde a hipótese ou teoria (ela não é necessariamente única, podendo existir diversas tentativas em concorrência). EE é o processo de eliminação do erro através da crítica. P2 é um novo problema que emerge; boas teorias não apenas resolvem problemas, como também colocam novos problemas. (SILVERA, 1996, p.213)

Segundo Köche (1997), o método hipotético- dedutivo propõe que alguns passos são necessários na investigação científica, e esses passos são fundamentados em alguns critérios básicos.

3.1.2.O ensino de ciências

A preocupação com a melhoria dos processos e de ensino e aprendizagem dos alunos nas aulas de Ciências tem gerado o desenvolvimento de atividades práticas que valorizem o desenvolvimento cognitivo dos alunos. No entanto, nem sempre foi assim. Após a 2ª guerra, por consequência de um direcionamento da educação para formação de cientistas e da influência advinda do comportamentalismo sobre a educação, fundamentada sobre a ideia de condicionamento e após o lançamento do satélite artificial Sputnik pelos soviéticos, as propostas para o ensino de ciências buscaram possibilitar aos estudantes acesso às verdades científicas e os currículos escolares enfatizaram o ensino de ciências e de matemática. Surgiram assim vários programas (School Mathematics Study Group (MSG), de 1958, o Chemical Study Material (CHEMstudy), de 1959, o Biological Science Curriculum Studies (BSCS) e Physical Science Study Committee (PSSC) que buscavam aproximar o ensino de ciências ao trabalho do cientista, ressaltando à atividade autônoma dos estudantes e ao uso da experimentação em uma perspectiva indutivista. (Pereira e Silva, 2009). Esses projetos, liderados por renomados cientistas, estavam preocupados com a formação de futuros cientistas (2010).

O método da redescoberta, presente nesse período, com sua ênfase no método científico, acompanhou durante muito tempo os objetivos do ensino de Ciências Naturais, levando alguns professores a, inadvertidamente, identificarem metodologia científica com metodologia do ensino de Ciências Naturais. O objetivo fundamental passou a ser dar condições para o aluno vivenciasse o que se denominava método científico, a partir de observações, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos. Isso conduziu a concepção empirista de ciência, segundo a qual as teorias são originadas a partir da experimentação, de observações seguras e da objetividade e neutralidade dos cientistas Dessa forma, não se trabalhava com os estudantes os processos de investigação adequados às condições do aprendizado e abertos a questões de natureza distinta daquelas de interesse estritamente científico. (Brasil, 1988)

A influência da perspectiva comportamentalista na educação, durante a década de 1970 no Brasil, ficou conhecido como tecnicismo. Entendia-se que ensinar era fornecer o estímulo adequado para que se obtivesse dada resposta, passaram a elaborar materiais didáticos selecionando aqueles conteúdos que poderiam ser transformados em questões de múltipla

escolha. Isto acarretou em uma simplificação excessiva do conteúdo, já que em nome de uma pretensa objetividade buscou-se afastar elementos subjetivos. (Pereira e Silva, 2009)

Apesar das teorias cognitivistas que consideravam o conhecimento como resultado da interação do homem com seu mundo e ressaltavam os processos mentais dos estudantes durante a aprendizagem, terem chegado ao Brasil nos anos de 1960, somente no início dos anos 1980 é que essas teorias passaram a influenciar significativamente o ensino de ciências. Quando muitos professores já tinham percebido: que a experimentação, sem uma atitude investigativa mais ampla, não garante a aprendizagem dos conhecimentos científicos.

Os problemas relativos ao meio ambiente e à saúde começaram a ter presença nos currículos de Ciências Naturais, mesmo que abordados em diferentes níveis de profundidade. No ensino de Ciências Naturais, a tendência conhecida desde os anos 80 como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que já se esboçara anteriormente e que é importante até os dias de hoje, é uma resposta àquela problemática (Brasil, 1988)

A partir de meados dos anos 1980 e durante a década de 1990, o ensino de ciências incorpora o discurso da formação do cidadão crítico, consciente e participativo. Capaz de questionar as relações presentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente e a se apropriarem de conhecimentos relevantes científica, social e culturalmente. Além de reconhecer que as explicações científicas são impregnadas por ideologias, valores e crenças construídas a partir do pensamento e da ação dos cientistas durante os processos de investigação.

3.2 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Segundo Matthews (1995), um estudo da década de 80 apontou que durante o desenvolvimento das ciências não houve vinculação da história da ciência com o ensino de ciência. Porém segundo o autor:

A história, a filosofia, e a sociologia da ciência [...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, desse modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aulas de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. (MATTEWS, 1995, p.165)

Segundo Martins (2005), no ensino de ciências, o estudo histórico de alguns acontecimentos pode fazer com que o aluno compreenda as relações entre ciência e sociedade, fazendo com que enxergue a ciência como uma parte do processo histórico e não como algo isolado. Nesse sentido, fica muito claro na fala de Martins (2005) a seguir a importância do conhecimento do processo histórico nas aulas de ciências:

Nossa química não é a química de Lavoisier. Nosso conhecimento foi sendo formado lentamente, através de contribuições de muitas pessoas sobre as quais nem ouvimos falar e que tiveram importante papel na discussão e aprimoramento das ideias dos cientistas mais famosos, cujo nome conhecemos. (MARTINS, ANO, p.22)

Para De Araújo Penitente e De Castro (2011), a compreensão da história da ciência aliada a temas como tecnologia, química, oferece ao docente para que ele trabalhe numa proposta interdisciplinar, oferecendo ao discente a construção do saber.

Matthews (1995), argumenta em sua obra a visão contextualista, o autor expõe que a história da ciência no ensino das ciências:

- I. Motiva e atrai os alunos;
- II. Humaniza a matéria;
- III. Promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento;
- IV. Há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência- a Revolução Científica, o Darwinismo, etc;
- V. Demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que;
- VI. Se opõem a ideologia científicista; e finalmente,
- VII. A história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente. (MATTHEWS, 1995, p.172,173)

Segundo Da Silvera (2008), alguns periódicos no Brasil têm publicado artigos sobre a história da ciência, incluindo a Revista Química Nova na Escola que publica desde 1995. O autor ressalta que a história da ciência auxilia na contextualização e compreensão dos conteúdos de ciências e que esses periódicos podem ajudar os docentes em sala de aula.

O corpo editorial da Revista Química Nova na Escola atualmente é composto por Paulo Alves Porto, Salete Linhares Quiroz e Wildson Luiz Pereira dos Santos. E todas as edições estão disponibilizadas para consulta no endereço eletrônico http://qnesc.sbq.org.br/index_site.php.

4. METODOLOGIA

Para realizar a análise dos artigos publicados pela Revista Química Nova na Escola, nos últimos vinte anos, buscou-se, no site oficial da revista, disponível na internet. Para a identificação dos artigos que versavam sobre a história das ciências foram lidos os resumos e palavras chaves de 629 artigos. Após esta seleção, foram selecionados um total de 40 trabalhos. Todas as referências bibliográficas referentes aos artigos analisados se encontram no apêndice 1.

Após a leitura dos artigos e análise dos conteúdos, os artigos foram classificados nos seguintes critérios elaborados:

- I. História da Ciência na Idade Antiga (I.A.);
- II. História da Ciência na Idade Média (I.M.);
- III. História da Ciência na Renascença e Idade Moderna (R.I.M.);
- IV. História da Ciência na Idade Contemporânea (I. C);
- V. História da Ciência em diversos períodos históricos/ ou retrospectiva histórica (D.R.H.)

O objetivo da criação desses critérios é para podermos avaliar a produção dos artigos do periódico por período histórico, e a partir também dessas classificações possibilitar o diálogo dos artigos com o referencial teórico construído.

Após essa etapa foi montado um banco de dados (Quadro 1) com os artigos da Revista Química Nova na Escola que abordam a temática História da Ciência, baseado no trabalho de Silveira (2008) e adaptados para essa pesquisa.

Quadro 1. artigos da Revista Química Nova na Escola que abordam a temática História da Ciência analisados

Cód	Ano e mês da Publicação	Título do artigo	Autor (es)	Seção no Periódico	Categoria para análise
A1	1995-maio	Alquimiando a Química	Ático I. Chassot	História da Química	I.M.
A2	1995- nov.	Raio X e Radioatividade	Ático I. Chassot	História da Química	I.C.
A3	1996- maio	A espectroscopia e a Química: da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica	Carlos A. L. Filgueiras	História da Química	I.C.
A4	1996- nov.	Destilação: A artes de extrair virtudes	Maria Helena Roxo Beltran	História da Química	I.M.
A5	1997- maio	Nomes que fizeram a química (e quase nunca lembrados)	Ático I. Chassot	História da Química	I.C.
A6	1997- nov.	Pasteur: Ciência para ajudar a Vida	João Augusto de Mello Gouveia- Matos	História da Química	I.C.
A7	1998- maio	A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas?	Rosária da Silva Justi	História da Química	D.R.H.
A8	1998- nov.	O Alquimista Sendivogius e o Salitre	Paulo Alves Porto	História da Química	R. I.M.
A9	1999- maio	Teorias ácido- base do século XX	Aécio Pereira Chagas	História da Química	I.C.
A10	1999- nov.	Aston e a descoberta dos Isótopos	Alexandre Medeiros	História da Química	I.C.
A11	2000- maio	Augusto dos Anjos: Ciência e Poesia	Paulo Alves Porto	História da Química	I.C.

A12	2000- nov.	Eletricidade e a Química	Maria da Conceição Marinho Oki	História da Química	D.R.H.
A13	2001- maio	Werner, Jorgensen e o Papel da intuição na evolução do conhecimento químico	Robson Fernandes de Farias	História da Química	I.C.
A14	2001- nov.	As mulheres e o Prêmio Nobel de Química	Robson Fernandes de Farias	História da Química	I.C.
A15	2001- nov.	100 anos de Nobel- Jacobus Aenricus Van Hoff	Aécio Pereira Chagas	História da Química	I.C.
A16	2002- nov.	O conceito de Elemento da Antiguidade à modernidade	Maria da Conceição Marinho Oki	Conceitos Científicos em Destaque	D.R.H.
A17	2002- nov.	Biblioteca Alexandria: A Fênix Ressuscitada	Attico I. Chassot	História da Química	I.A.
A18	2003- maio	A descoberta da Estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick	Otávio Henrique Thiemann	História da Química	I.C.
A19	2003- maio	Os noventa Anos de Les Atomes	Aécio Pereira Chagas	História da Química	I.C.
A20	2004- maio	Um debate Seiscentista: A transmutação de Ferro em Cobre	Paulo Alves Porto	História da Química	R.I.M
A21	2004- maio	A Radioatividade e a História do Tempo Presente	Fábio Merçon Samantha Viz Quadrat	História da Química	I.C.
A22	2004- nov.	Paradigmas, crises e Revoluções: A História da Química em Perspectiva Kuhniana	Maria da Conceição Marinho Oki	História da Química	I.C.
A23	2004- nov.	Duzentos Anos da Teoria de Dalton	Carlos Alberto L. Figueiras	História da Química	I.C.
A24	2007- maio	Uma Festa no Céu- Peça em um ato focalizando o desenvolvimento da Química a partir do século XVIII	Nidia França Roque	Relatos de Sala de Aula	I.C.
A25	2007- nov	O congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a Realidade Atômica no século XIX	Maria da Conceição Marinho Oki	História da Química	I.C.
A26	2007- nov	O Lavosier que não está Presente nos Livros Didáticos	Paulo Henrique Oliveira Vidal Flavia Oliveira Cheloni Paulo Alves Porto	História da Química	R.I.M.
A27	2008- nov	Michael Faraday e a História Química de uma vela: Um Estudo de caso sobre a Didática da Ciência	José Otávio Baldinato Paulo Alves Porto	História da Química	I.C.
A28	2009- Agosto	Representação de Temas Científicos em Pintura do Século XVIII: Um Estudo Interdisciplinar entre Química e Arte	Ana Paulo Gorri Ourides Santin Filho	História da Química	R.I.M.
A29	2009- nov	A História da Síntese de Elementos Transurânicos e Extensão da Tabela Periódica numa perspectiva Fleckiana	Cristhiane Cunha Flôr	História da Química	I.C.
A30	2009- nov	Uma Família de Químicos unindo Brasil e Portugal: Domingos Vandelli, José Bonifácio de Andrada e Silva e Alexandre Vandelli	Adílio Jorge Marques Carlos A. L. Filqueras	História da Química	D.R.H.
A31	2010- Agosto	Trilogia: Química, Sociedade e Consumo	Julietta Saldanha e Oliveira Márcio Marques Martins Helmzo Roseniaim Appelt	Química e Sociedade	D.R.H.
A32	2010- maio	A História sob o Olhar da Química: As Especiarias e sua Importância na Alimentação Humana	Ronaldo da Silva Rodrigues Roberto Ribeiro da Silva	História da Química	R.I.M
A33	2011- maio	O Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do século XX	Rodrigo da Silva Lima Luiz Cláudio Ferreira Pimentel Júlio Carlos Afonso	História da Química	I.C.
A34	2012- Fevereiro	A organização da Disciplina de Physica-Chimica na Escala Secundária no Brasil: O caso do Colégio culto à Ciência de Campinas	Reginaldo Alberto Meloni	História da Química	I.C.
A35	2012- Agosto	Penicilina: Efeito do acaso e momento histórico no desenvolvimento científico	Carolina Maria Fioramonti Calixto Éder Tadeu Gomes Cavalheiro	Química e Sociedade	I.C.
A36	2014- Fevereiro	História da Ciência nos livros didáticos de Química: Eletroquímica como objeto de investigação	Ângelo Francklin Pitanga Heraldo Bispo dos Santos Josevânia Texeira Guedes Wendel Menezes Ferreira Lenalda Dias dos Santos	História da Química	I.C.

A37	2014- maio	O ensino de Ciências por Marie Curie: Análise da Metodologia empregada em sua primeira Aula na cooperativa de ensino	Ivon Freitas- Reis Ingrid Nunes Derossi	Química e Sociedade	I.C.
A38	2014 – nov.	História de Eugênias	Mansur Luftu Nídia Franca Roque	Química e Sociedade	D.R.H.
A39	2014- nov.	História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em Livros Didáticos de Química e Concepção de Ciência	Lígia M. Martinho Pereira Chaves Wildson Luiz Pereira dos Santos Maria Helena da Silva Carneiro	História da Química	I.C.
A40	2015- nov.	Radioquímica e a Idade da Terra	Daniel Ferreira Araújo Gerson de Souzaa Mó	Química e Sociedade	D.R.H

A partir desse banco de dados, pretende-se abordar uma discussão incluindo os seguintes questionamentos elaborados por Silveira (2008).

- 1) Quais os conteúdos manifestados nos artigos?
- 2) O que dizem essas publicações? E por fim;
- 3) Dialogar essas publicações com autores importantes para a História da Ciência como Matthews (1995), Chassot (2004) e Ronan (2001), entre outros, analisando assim a contribuição do periódico para História da Ciência durante esses vinte anos.

O referencial teórico elaborado foi um levantamento bibliográfico realizado com o objetivo de subsidiar os professores de ciências com informações sobre a evolução das ciências.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos pesquisados revelou que nesses 20 anos da revista Química Nova na Escola o periódico apresentou um total de 629 artigos, entre esses, 40 trabalhos foram relacionados a História da Ciência.

O gráfico 1 a seguir mostra o total de artigos publicados pelo periódico Química Nova na Escola num período de vinte anos, onde somente 6% do total da produção são artigos que abordam a História da Ciência.

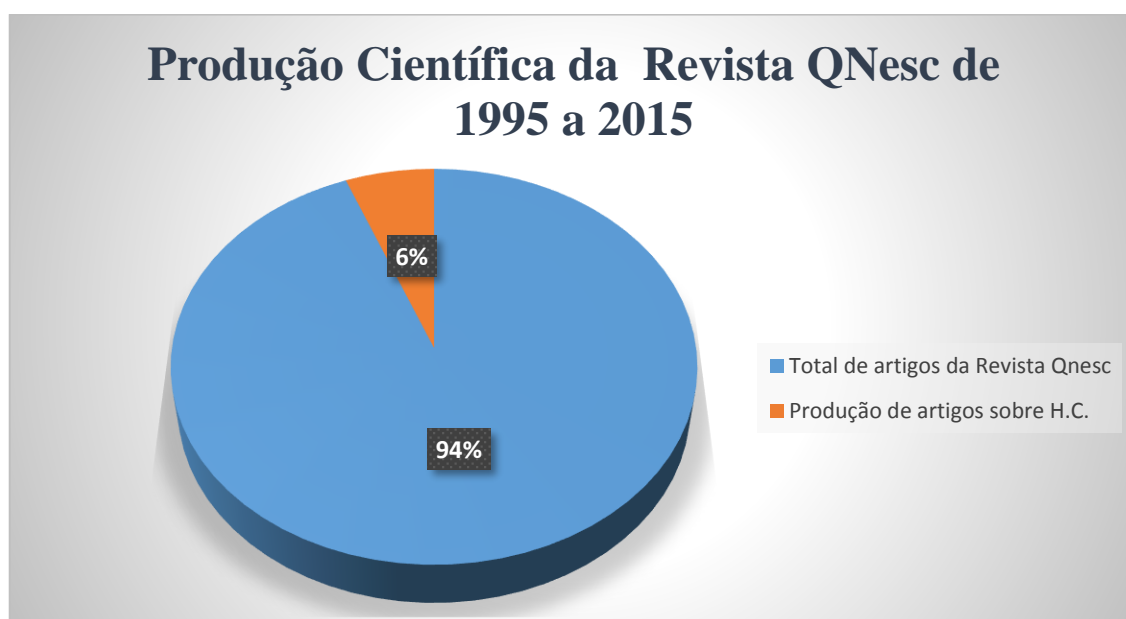


Gráfico 1: Porcentagem de artigos publicados pelo periódico Química Nova na Escola num período de vinte anos sobre a História da Ciência.

Os artigos foram classificados pelos seguintes períodos históricos:

- I. História da Ciência na Idade Antiga (I.A.)
- II. História da Ciência na Idade Média (I.M.);
- III. História da Ciência na Renascença e na Idade Moderna (R. I. M);
- IV. História da Ciência na Idade Contemporânea (I. C)
- V. História da Ciência em diversos períodos históricos/ ou retrospectiva histórica (D.R.H).

Foi constatado, conforme o gráfico 2, que 63% dos artigos que foram produzidos nesses 20 anos estão dentro da idade contemporânea. Artigos que retratam diversos períodos ou fazem uma retrospectiva histórica com 18%, a Renascença e idade moderna com 12 %, o período da idade média com 5% e a idade antiga tendo a menor produção científica da revista com 2%.

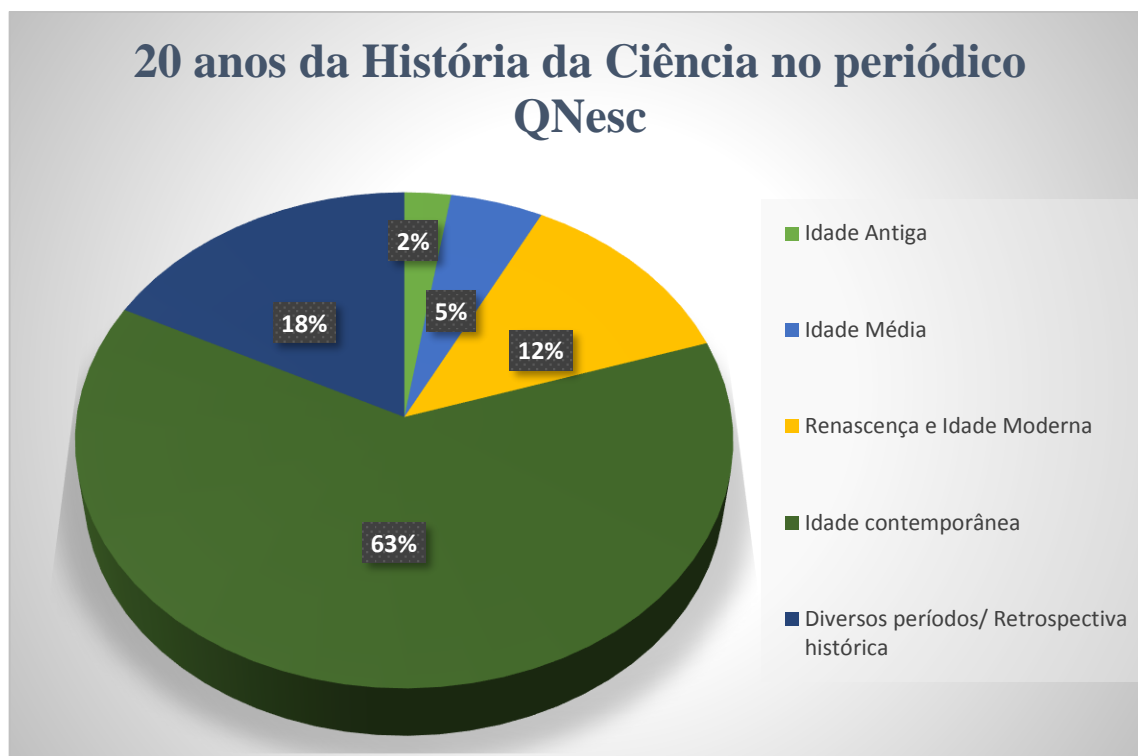


Gráfico 2- Porcentagem dos 20 anos da História da Ciência na Revista QNesc em períodos históricos.

Em virtude da grande quantidade de artigos, alguns foram selecionados com temas e autores diversificados para debater sobre o que se tratavam.

Os trabalhos foram classificados e será descrito, escolhido aleatoriamente, alguns dos artigos que representam o total no tópico 5.1 desse capítulo:

- Idade Antiga- Um artigo (A 17)
- Idade Média- Dois artigos (A1 e A4)
- Renascença e Idade Moderna- (A8, A20 E A26)
- Idade Contemporânea- (A2, A3, A11, A19, A21, A25 e A35)
- Diversos períodos e retrospectiva histórica- (A16 e A31)

5.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA IDADE ANTIGA

- A17- Biblioteca Alexandria: A Fênix Ressuscitada

Chassot (2002), nesse trabalho aborda como ocorreu a fundação da biblioteca de Alexandria, o seu declínio e sua reinauguração. Segundo o autor a biblioteca foi fundada por Carlos Magno, e na antiguidade foi um polo bastante importante de conhecimento, que chegou a ter em seu acervo 700 mil rolos de papiro, que segundo o autor equivale a aproximadamente 125 mil livros. Porém a biblioteca foi destruída parcialmente em alguns períodos da história, e sua decadência começa com o domínio romano na região, tendo seu primeiro grande incêndio durante o domínio de Júlio Cesar.

A segunda parte do artigo disserta sobre a reinauguração da biblioteca de Alexandria 1400 anos depois, com a descrição do novo complexo arquitetônico de 84. 405 m². Apesar do artigo abordar também a sua reinauguração dentro da idade contemporânea, este artigo foi classificado na idade antiga, pois sua contextualização histórica está na antiguidade.

5.2 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA IDADE MÉDIA

▪ A1- Alquimiando a Química

O artigo aborda primeiro que a origem da alquimia foi em tempos remotos, com a descoberta de ferramentas para o aprimoramento da sobrevivência humana como o fogo por exemplo. Chassot (1995) levanta nesse artigo a questão das inúmeras tecnologias na área da química que diferentes civilizações antigas possuíam. O autor também aborda a forma redundante que a alquimia na Idade Média e na Renascença é tratada e expõe três possíveis leituras que se pode fazer sobre alquimia.

Na segunda parte do artigo, Chassot (1995) indaga se esses conhecimentos relacionados a alquimia teriam chegado a nós, ou seja, se conhecimentos são passados de cultura a cultura para que se preservem ao longo tempo não teriam chegado até nós, nesse sentido o autor explica algumas hipóteses.

▪ A4- Destilação: A arte de “extrair virtudes”

O segundo retrata a origem da destilação até a concepção do século XVII. No início a destilação estava ligada aos alquimistas na extração de essenciais vegetais e de alguns medicamentos. A destilação segundo Beltran (1996) era usada em manufaturas para a produção de perfumes, as flores eram maceradas em água e esse material em seguida era destilado. “A invenção dessa técnica e dos instrumentos nela envolvidos é atribuída à alquimista Maria Judia, que teria vivido no início da era cristã” (BELTRAN, 1996, p. 25). E essa arte viria a ser amplamente difundida a partir da renascença.

5.3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA RENASCENÇA E IDADE MODERNA

▪ A8- O Alquimista Sendivogius e o Salitre

O artigo se inicia abordando um pouco da obra de Sendivogius, cuja sua obra mais famosa é intitulada de *Noum Lumen Chymicum* de 1604, o objetivo dessa obra era auxiliar os alquimistas em suas experiências para compreender a pedra filosofal. Para Sendivogius, todos os corpos eram provenientes de sementes, dentro dessa teoria ele estava propondo a multiplicação do ouro a partir da germinação dessa semente. O autor descreve assim a experimentação que não obteve grande êxito que Sendivogius fez naquele período para a obtenção da pedra filosofal.

Porto aborda um pouco sobre o tratado *Processus super sal centrale* do historiador polonês Roman Bugaj, pois no experimento de Sendivogius para a obtenção da pedra filosofal ele teria que adicionar água de salitre, que os químicos de hoje conhecem como ácido nítrico. A partir de pressuposto é analisado o salitre de uma maneira bem filosófica, pois era algo bastante precioso e indispensável para os alquimistas daquele século para a fabricação da sonhada pedra filosofal.

▪ A20- Um debate Seiscentista: A transmutação de cobre em ferro

É abordado nesse trabalho uma controvérsia que havia no século XVII, que era a suposta transformação do ferro para ouro. Se inicia primeiro com a explicação do processo químico através de um experimento,

Toma-se uma solução aquosa de um sal de cobre (CuSO_4 , por exemplo) e ela adiciona-se raspas ou mesmo ou mesmo uma pequena lâmina de ferro (ou de algum outro metal, como zinco). [...] É possível ver que o aspecto da fase sólida se modifica (inicialmente tem-se um metal acinzentado; após algum tempo, tem-se um sólido castanho avermelhado). Conforme a concentração da solução e a massa de metal adicionado, também é possível mudança na coloração da fase líquida, e até mesmo aumento de temperatura. (PORTO, 2003, p.24)

Segundo Porto (2003), se tem registro desse processo químico em minas da Espanha medieval, e também no território germânico no século XVI. Esse assunto virou uma controvérsia entre os filósofos do século XVII como por exemplo Van Helmont, que não acreditava que esse fenômeno fosse uma transmutação, porém o alquimista Michael Sendivogius e Johann Rudolph Glauber defendiam o fenômeno da transmutação dos metais.

O autor coloca parte dos próprios escritos dos cientistas da época enriquecendo bastante o artigo como esse exemplo que Michael Sendivogius defende a transmutação de ferro em cobre: “A experiência nos ensina muitas coisas, por exemplo: que Vênus, ou cobre, não se

faz Marte ou ferro; mas de Marte se faz Vênus... Os químicos sabem como transformar o ferro em cobre” (PORTO, 2003, p. 25 apud SENDIVOGIUS, 1674)

Porto encerra o artigo argumentando que a química atual tem explicações para esse fenômeno do ferro metálico e a solução de íons de cobre bem diferente de séculos atrás e fazendo as seguintes considerações:

No contexto da química atual pode-se mensurar e até prever a formação de um depósito de cobre, seguindo-se alguns procedimentos bem estabelecidos, nos termos da teoria e modelos (al)químicos do século XVII, porém, as questões estavam postas de maneiras bastante distintas: as controvérsias entre os diferentes autores devem ser entendidas considerando sua inserção nesses panoramas conceituais complexos e concebidos com pressupostos, procedimentos e finalidades diferentes daqueles dos químicos contemporâneos. (PORTO, 2003 p. 26)

O autor consegue trazer num artigo informações ricas em detalhes contextualizadas historicamente e esclarecendo muito bem que os conhecimentos daquela época estão inseridos naquele contexto e momento histórico.

▪ A26- O Lavoisier que Não Está Presente nos Livros Didáticos

O artigo começa com importantes considerações sobre o uso da História da Ciência no Ensino de ciências. O estudo da História da Ciência pode humanizar a Ciência relacionado assuntos sociais, além melhorar a formação de professores (VIDAL et al., 2007 apud MATTHEWS, 1995).

Para os autores, há um longo caminho para que a História da Ciência seja difundida no ensino, um exemplo bastante claro no trabalho é uma pesquisa feita com alunos de ensino superior de química de uma instituição pública que os resultados revelaram que esses alunos tinham poucos conhecimentos sobre Lavoisier e sua grande contribuição. Então o artigo propôs investigar a presença de Lavoisier nos livros didáticos e a metodologia do trabalho consistiu praticamente comparar as ideias de Lavoisier com o material encontrado nos livros didáticos. O artigo foi dividido em três partes de discussões: 1. Conservação da massa; 2. Definição operacional de elemento químico; e 3. Nova nomenclatura química.

Segundo os autores, os livros didáticos associam o nome de Lavoisier a conservação da massa em transformações químicas e não aprofundam esses conhecimentos. O artigo traz trechos de livros do que fazem parte do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM 2007), como por exemplo esse trecho a seguir:

Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes que alguns o consideram o “pai da química”. Entre suas contribuições, a mais conhecida e relevante é a Lei da conservação da Massa, enunciada por ele após

realizar inúmeras reações químicas dentro de recipientes fechados. (VIDAL et al., 2007 p30 apud PERRUZO E CANTO, 2003)

Os trechos dos livros didáticos presentes no artigo são bastantes representativos da realidade, em vários trechos a sua importância é atribuída somente a Lei de Conservação da Massa. Em outros trechos eles relatam para que Lavoisier chegasse a essa Lei de Conservação da Massa, ele teria feitos vários experimentos e também se discute nesses livros didáticos o conceito de elemento.

O artigo descreve o conceito de elemento, segundo os autores para Lavoisier chegar a esse conceito ele teria percorrido um longo caminho através de estudos e experimentos. E Lavoisier teve uma participação especial para a ciência segundo os autores descrevem a seguir:

A partir de suas novas ideias e de experimentos próprios, Lavoisier reinterpretou, por exemplo, alguns experimentos de Priestley- e identificou o “ar desflogisticado”, descrito por este com o componente do ar que se combina com os corpos inflamáveis por ocasião da combustão. (VIDAL et al., 2007 p.31)

Na última parte do artigo é discutida a nova nomenclatura, que alguns químicos franceses desenvolveram uma nova nomenclatura para facilitar o entendimento, então é publicado o *Méthode de Nomenclature Chimique*, que se baseia nas substâncias químicas.

O presente artigo ajuda na construção de conceitos, aborda com clareza os três pilares propostos em sua metodologia (1. Conservação da massa; 2. Definição operacional de elemento químico; e 3. Nova nomenclatura química) para a discussão dos conteúdos.

5.4 IDADE CONTEMPORÂNEA

- A2- Raios X e a Radioatividade- idade contemporânea

O autor nesse artigo explica como se deu a descoberta de Wilhelm Conrad Röntgen no final de 1895 dos Raios- X, e também descreve a reação de espanto da sociedade da época com essa descoberta, em seu texto também explica a definição do que são Raios- X atualmente “são considerados raios-x as radiações eletromagnéticas com comprimento de onda de intervalo aproximado de 10^{-11} a 10^{-8} (0,1 a 100 Å), resultantes da colisão de elétrons produzidos em um cátodo aquecido (ocorre uma emissão termo iônica) contra elétrons de um ânodo metálico”. (CHASSOT, 1995, p. 21)

O artigo também trata de uma outra descoberta: a radioatividade, e explica como foi o processo da radioatividade. O artigo relata que Henri Poincaré se surpreendeu com as descobertas de Röntgen, e Poincaré ao mostrar para os outros cientistas as descobertas de

Röntgen, Henri Becquerel procura pesquisar a relação entre raio- x e fluorescência, e em 9 de março de 1896, Becquerel descobre a radiação emitida pelo urânio.

Esse trabalho aborda os experimentos realizados para a descoberta e contextualiza o que a sociedade estava vivenciando e como foram impactantes essas descobertas na época.

- A3- A Espectroscopia e a Química da Descoberta de Novos Elementos ao Limiar da Teoria Quântica

O artigo apresenta o desenvolvimento da espectroscopia e suas consequências para a ciência. No século XVII que Newton pela primeira vez descreve de modo adequado o fenômeno da luz. Em 1777, Carl Wilhelm Scheele, em suas pesquisas colocar cloreto de prata em várias regiões coloridas do espectro, e observa que quanto mais perto da luz violeta, mais rapidamente o material se processava. Também é abordado os experimentos do alemão Johann Wilheml Ritter e o inglês Willian Hyde Wollaston que conclui que existiria uma radiação mais energética que a luz violeta e que seria invisível aos nossos olhos, o cientista chamou-a de ultravioleta.

O artigo abrange comparações essenciais como a do ultravioleta e a o infravermelho, sendo o ultravioleta uma radiação mais energética, e o infravermelho uma radiação de baixa energia.

Aborda também os experimentos de Joseph Fraunhofer, que foram essenciais para a espectroscopia, que possibilitou a descoberta de vários elementos químicos da tabela periódica. É descrita uma das mais importantes descobertas da espectroscopia, a identificação dos espectros de emissão de alguns elementos, sendo o hidrogênio o principal deles. E a descoberta do hélio no sol mostrou a importância do estudo da espectroscopia.

- A11-Augusto dos Anjos: Ciência e Poesia

O artigo usa o poeta Augusto dos Anjos como ponto de partida para explicar como os conhecimentos em ciências pode ajudar a fruição estética de um poema. O trabalho se inicia com o poema Psicologia de um Vencido de Augusto dos Anjos.

Psicologia de um Vencido

Eu, filho do carbono e do amoníaco,
Monstro de escuridão e rutilância,
Sofro, desde a epigênese da infância,
A influência má dos signos do zodíaco.

Profundissimamente hipocondríaco,
Este ambiente me causa repugnância...
Sobe-me à boca uma ânsia análoga à ânsia
Que se escapa da boca de um cardíaco.

Já o verme - este operário das ruínas -
Que o sangue podre das carnificinas
Come, e à vida em geral declara guerra,

Anda a espreitar meus olhos para roê-los,
E há de deixar-me apenas os cabelos,
Na frialdade inorgânica da terra!



Augusto de Carvalho Rodrigues dos Anjos (1884-1914)
Paraíba, 1909

Figura 1: Poema Psicologia de um Vencido de Augusto dos Anjos fonte: (PORTO, 2000, p.30)

Logo após, Porto (2000) explica um pouco sobre a visão científica da morte no final do século XIX, pois o autor se preocupa em passar a concepção dessa época que é bastante distinta dos dias atuais.

Segundo Porto (2000), pode-se observar no poema de Augusto dos Anjos a preocupação com o evolucionismo no final do século XIX. O poeta através de através da linguagem da ciência tenta expressar sua angustia em relação a vida.

A filosofia e a ciência evolucionista deram a forma intelectual e os signos linguísticos que Augusto dos Anjos precisava para expressar seus sentimentos. O poeta acumulou conhecimento num nível cognitivo consciente – o da ciência- e foi capaz de transmutá-los para um plano diferente, o da expressão lírica, do efeito estético, da emoção. (PORTO, 2000, p.32)

Para Porto (2000) um leitor com um entendimento de ciências poderá entender a profundidade da mensagem que o poeta quer transmitir.

O autor nesse trabalho faz uma explanação minuciosa da interpretação do poema de Augusto dos Anjos trazendo uma riqueza de detalhes que envolve ciência e literatura.

▪ A19- Os Noventa anos de Les Atomes

É abordado o livro Les Atomes de 1903, escrito pelo professor de Físico- Química da Universidade de Paris (Sorbonne) Jean Perrin, essa obra revolucionou os “descrentes” da teoria atômica e molecular do início do século XX, pois esses acreditavam muito na teoria de Dalton.

Os cientistas do século XIX foram influenciados bastante pelas ideias positivistas, conforme um trecho do artigo a seguir:

... a ciência deveria tratar apenas com objetos e fenômenos perceptíveis pelos nossos sentidos, o que não acontece com os átomos e as moléculas, e estes,

portanto, não podiam ser considerados como tratável pela ciência. (CHAGAS, 2003, p.36)

O trabalho descreve o índice dos oito capítulos do livro, dando ênfase ao final do último onde Perrin apresenta uma tabela com as constantes de Avogadro, determinado por vários métodos. E o artigo termina descrevendo um pouco da vida de Jean Perrin.

O artigo contextualiza o momento científico do início do século XX, e a aceitação do livro dentro da comunidade científica. Apesar do trabalho tratar da descrição dos conteúdos do livro, esses não são explorados pelo autor.

▪ A21- A Radioatividade e a História do Tempo Presente

O trabalho se inicia com as pesquisas de Henri Becquerel, que em suas pesquisas descobriu que os sais de urânio emitiam um tipo de radiação que pressionava as chapas fotográficas, depois vieram as pesquisas de Pierre e Marie Curie que constatou que outros elementos também emitiam esse tipo de radiação.

Para Merçon e Quadrat (2004), as pesquisas mais marcantes nessa área foram as aplicações sobre a fissão do urânio pelos alemães no ano de 1939, mesmo ano que a Alemanha invadiu a Polônia iniciando a Segunda Guerra Mundial (1939- 1945). Posteriormente os países aliados (Estados Unidos, França e Inglaterra) constataram que se tratava de uma farsa esse progresso alemão.

Ainda segundo os autores, com a implantação do Projeto Manhattan em 1941, os Estados Unidos direcionam sua economia para a produção de recursos bélicos. Uma consequência direta desse projeto foi a produção de um reator nuclear em julho de 1945 foi realizado o primeiro teste da bomba atômica no deserto de Alamogordo. Em agosto daquele mesmo ano as explosões de duas bombas nucleares em Hiroshima e Nagasaki marcou o fim da Segunda Guerra Mundial.

A energia nuclear ganha um grande potencial de uso na década de 50 para atender as demandas da sociedade.

Os autores fazem uma contextualização histórica da energia nuclear onde retrata o início das pesquisas com Becquerel e durante a Segunda Guerra Mundial, e ainda expõe o potencial de uso das usinas nucleares no pós-guerra e também faz menção ao período da Guerra Fria.

▪ A25- O Congresso de Karlsruhe e a Busca de Consenso sobre a Realidade Atômica no Século XIX

O artigo aborda o congresso de Karlsruhe que ocorreu em 1860 e contou com a presença de 140 químicos de diferentes nacionalidades. O congresso tinha como objetivo trazer coerência para algumas definições no campo da Química a seguir:

- Definição de noções químicas importantes, como que são expressas pelas palavras: átomo, molécula, equivalente, atômico, básico;
- Exame da questão dos equivalentes e das fórmulas químicas;
- Estabelecimento de uma notação e de uma nomenclatura uniforme. (OKI, 2007, p. 633- 643 apud. NYE, 1984)

Segundo Oki (2007), as controvérsias do século XIX foram bastante importantes para a consolidação de vários conceitos dentro da ciência, como o de átomo em questão. “Durante o século XIX, a ideia de átomo foi considerada por grande parte da comunidade científica como uma hipótese fundamental para a interpretação dos resultados da química quantitativa.” (OKI, 2007, p.25)

Uma das questões que mais destaca o trabalho é a dificuldade dos químicos do século XIX diferenciar os conceitos de átomo e molécula. A autora a seguir descreve a concepção abordada pelos congressistas de Karlsruhe:

Na Química a ideia de átomo estava relacionada com a existência de elementos químicos, formados de partículas indivisíveis. Edificada sobre bases empíricas (métodos químicos, analogias químicas, lei dos calores específicos, isomorfismo), a teoria atômica tinha aceitação entre os químicos devido à sua utilidade operacional na determinação de fórmulas moleculares, possibilitando a representação e quantificação das transformações químicas. O átomo era concebido como unidade mínima de combinação de matéria. (OKI, 2007, p.26)

Oki (2007) também destaca a influência social e política no direcionamento das pesquisas e também no ensino de ciências, como incorporação dos átomos em manuais escolares na França em 1894.

E por fim é abordado as consequências do Congresso de Karlsruhe, como a ascensão da teoria de valência, que também ajudou no acúmulo de evidências para o desenvolvimento da realidade atômica, que seria bastante explorada na área da física no século XX.

▪ A35- Penicilina: Efeitos do Acaso e Momento Histórico no Desenvolvimento Científico

O objetivo geral do trabalho foi oferecer um subsídio teórico para o professor do ensino médio, e o foco específico do conteúdo foi a descoberta da penicilina, suas dificuldades de produção e a influência da Segunda Guerra Mundial.

Segundo Calixto e Cavalheiro (2012), com o evento histórico da Segunda Guerra Mundial, o tratamento de soldados feridos motivou o governo americano a investir no desenvolvimento de antibióticos.

A penicilina foi descoberta por Alexander Fleming, e com isso diminuiu consideravelmente o número de morte por doenças infecciosas. Porém um grande desafio para o governo americano foi a produção em larga escala durante a Segunda Guerra Mundial, e em 1942 os EUA iniciam um grande programa de incentivo a pesquisa científica, que obteve um grande êxito com a produção de 122 milhões de unidades daquele mesmo ano.

O trabalho também aborda a estrutura química da penicilina

A estrutura básica da penicilinas consiste em um anel de tiazolúrico (A) ligado a um anel β - lactâmico (B), ao qual se fixa uma cadeia lateral (R). O próprio núcleo da penicilina constitui o principal requisito estrutural para a atividade biológica, portanto, qualquer alteração química ou transformação metabólica nessa parte da molécula leva à perda de toda a atividade antibacteriana. A cadeia lateral determina muitas características antibacterianas e farmacológicas de um tipo particular de penicilina. (CALIXTO; CAVALHEIRO, 2012, p.120)

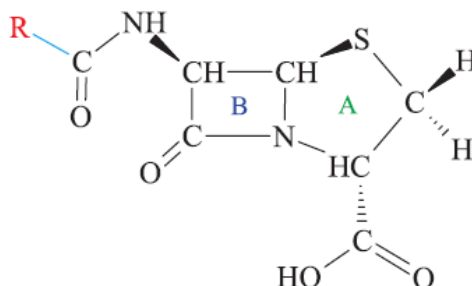


Figura 2: Formula estrutural da Penicilina fonte: (CALIXTO; CAVALHEIRO, 2012)

O artigo aborda várias ilustrações explicativas que ajudam a entender o conteúdo, especificamente de química orgânica e bioquímica que inclui as formulas estruturais das penicilinas e do peptidoglicano maduro além da rica contextualização histórica.

E ao final do artigo é descrito o mecanismo de ação das penicilinas e o risco do uso indiscriminado de antibióticos.

5.5 HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM DIVERSOS PERÍODOS HISTÓRICOS/ OU RETROSPECTIVA HISTÓRICA

- A16- O Conceito de Elemento da Antiguidade à Modernidade

Nesse trabalho, são apresentadas as concepções de elemento desde a antiguidade até o século XX.

Para Oki (2002), o conceito de elemento químico é um dos mais importantes dentro da química, e através da História da Ciência a autora passa no artigo as várias concepções de elemento que ao longo do tempo.

Primeiro a autora expõe uma visão grega da definição de elemento. Segundo Oki (2002), Aristóteles usava a palavra *stocheion* que significava elemento, depois esse conceito se estruturou na Grécia antiga, pois os filósofos aos poucos tinham a necessidade de explicar as mudanças ocorridas na natureza.

Na idade média, a concepção de elemento era usada por alquimistas para a transmutação de metais. Porém no século XVII é introduzida por Robert Boyle a definição moderna de elemento e Lavoisier adota o conceito introduzido por Boyle e introduz uma nova nomenclatura química que foi importante para a definição de elemento como conhecemos hoje (OKI, 2002).

A autora aborda as diversas concepções de elemento na história fazendo uma construção evolutiva dentro de uma escala temporal coerente com os fatos históricos ocorridos.

▪ A31- Trilogia: Química, Sociedade e Consumo

O artigo apresenta uma retrospectiva histórica acerca da trilogia química- sociedade- consumo.

Para Oliveira et al., (2010), em todas as atividades humanas desde a pré-história a química está envolvida, como no uso do fogo para o cozimento de uma carne, um pão ou vinho consumido e até durante guerras. Ainda segundo o autor, uma civilização com conhecimentos químicos avançados podiam exercer poder sobre outra, um grande exemplo foi a sociedade egípcia.

A química também foi bastante importante no surgimento da revolução industrial, e para o surgimento de uma sociedade de consumo. Para o autor os termos química e sociedade de consumo são bastante interligados entre si.

A química está tão presente nos processos produtivos modernos que simplesmente não percebemos a sua abrangência e sua importância na sociedade da qual todos fazemos parte. Muitas vezes, nem notamos o quanto ela é importante para nós e para sociedade moderna que, de tanto necessitar desses produtos, passou a ser usada a expressão “sociedade de consumo”. (OLIVEIRA ET AL., 2010, p.141)

O trabalho faz uma construção evolutiva de como o homem sempre usou a química conscientemente ou inconscientemente para sua sobrevivência, ou na sociedade moderna em

que não viveríamos sem a indústria química que modificou o cotidiano do homem contemporâneo. O artigo, porém, não resgata ilustrações o que seria bastante rico para a construção das ideias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O referencial teórico elaborado pode subsidiar os professores em aulas de ciências e auxiliar na contextualização histórica de fatos importantes que marcaram o ensino de ciências. Com essa construção podemos perceber que a ciência sempre esteve presente na história da humanidade, como destaca o artigo “Trilogia: Química, Sociedade e Consumo.

Podemos considerar também a importância da Revista Química Nova na Escola na produção científica da História da Ciência. Em 20 anos de produção do periódico, a revista produziu 629 artigos, sendo 40 trabalhos voltados para a História da Ciência, com diversos temas e colaboradores ao longo do período histórico.

Com o mapeamento dos artigos do periódico Química Nova na Escola, foi constatado que a maior parte da produção científica está concentrada na idade contemporânea, obtendo esse período 63% dos artigos selecionados para este presente trabalho. Os temas de radioatividade, eletricidade e atomismo são os mais abordados dentro desse período.

Os períodos históricos que foram menos explorados na revista são a idade média com 5% e a idade antiga que possui apenas 2%, o que significa que há uma grande deficiência na produção científica desses períodos que são bastante importantes para a construção do pensamento científico, e para os profissionais que trabalham com a história da ciência dentro da sala de aula.

Os artigos que trazem uma retrospectiva histórica ou que abordam diversos períodos somam 18%, que também podemos considerar uma baixa produção, esse é um estilo rico em informações, pois trabalha como um conceito vai se modificando ao longo da história, ganhando concepções diferentes ao longo dos séculos.

Em resumo, podemos observar que artigos publicados sobre a História da Ciência são importantes para o ensino de ciências e podem ser usados como uma ferramenta didática para contextualizar as aulas e também humanizar as ciências.

As seções História da Química e Sociedade e Química do Periódico Química Nova na Escola podem auxiliar o profissional da educação a trabalhar em sala com os seus alunos, quebrando os paradigmas do ensino tradicional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES- MAZZOTTI A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. 2. ed. São Paulo, SP: Ed. Pioneira Thomson, 2004.
- BEHRENS, M. A.; OLIARI, A. L. T. **A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional a complexidade**. *Diálogo Educ.*, Curitiba, v. 7, n. 22, p. 53-66, 2007.
- CHALMERS A. F. **O que é Ciência afinal?**. 2. ed. São Paulo, SP: Ed. Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, A. **A Ciência através dos tempos**. 2. ed. São Paulo, SP: Moderna, 2004.
- CHAUÍ, M. S. **Convite à Filosofia**. 14. ed. São Paulo, SP: Ed. Àtica.
- DA SILVEIRA, H. E. et al. **A história da ciência em periódicos brasileiros de química: contribuições para formação docente**. 2008.
- DE ARAÚJO PENITENTE, L. A.; DE CASTRO, R. M. A História e Filosofia da Ciência: contribuições para o Ensino de Ciências e para a Formação de Professores. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 2, n. 04, p. 231-244, 2011.
- DO NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; DE MENDONÇA, V. M.. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista Histedbr Online**, 10(39). 2010.
- FREIRE- MAIA, N. **A ciência por dentro**. 7. ed. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2007.
- GOTTSCHALL, C. A. M. **Do mito ao pensamento científico: a busca da realidade, de Tales a Einstein**. 2. ed. São Paulo, SP: Atheneu, 2004.
- HUIZINGA, J. **O Outono da Idade Média**. 1º ed. São Paulo, SP: Cosac Naify, 2010.
- KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa**. 19. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.
- KUHN, T. **The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought**. London, England. 1957.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. e.d. São Paulo: Ed. Atlas, 2003.
- MARTINS, L. A. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Revista Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.
- MATTHEWS, M. S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- OLIVEIRA FILHO, K. S.; OLIVEIRA SARAIVA M. F. **Astronomia e astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2004.

PEREIRA, C. L. N., & SILVA, R. A história da Ciência e o ensino de Ciências. **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**. 2009.

POPPER, K. **A Lógica da Pesquisa Científica**. 13 reimpr. da 1 ed de 1975. São Paulo, SP: Ed. Cultrix, 2007.

PORTO, P. **História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: Em busca de objetivos educacionais da atualidade**. Wildson Luiz Pereira dos Santos, Otavio Aloísio Maldaner, Org (s). Ensino de química em foco. Ijuí: Ed.Unijuí, 2010. 159-173.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: das origens à Grécia**. Rio de Janeiro: Ed: Jorge Zahar, 2001. Volume 1

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: Oriente, Roma e Idade média**. Rio de Janeiro: Ed: Jorge Zahar, 2001. Volume 2.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge: da Renascença à revolução científica**. Rio de Janeiro: Ed: Jorge Zahar, 2001. Volume 3.

RÖD, W. **O caminho da filosofia: do século XVII ao século XX**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2008.

ROSA, C. A. P. **História da ciência: da antiguidade ao pensamento científico**. 2º ed. Brasília: Ed. Funag, 2012. Volume 1.

ROSA, C. A. P. **História da ciência: a ciência moderna**. 2º ed. Brasília: Ed. Funag, 2012. Volume 2 tomo 1.

ROSA, C. A. P. **História da ciência: o pensamento científico e a ciência no século XIX**. 2º ed. Brasília: Ed. Funag, 2012. Volume 2 tomo 2.

ROSA, C. A. P. **História da ciência: a ciência e o triunfo do pensamento científico no mundo contemporâneo**. 2º ed. Brasília: Ed. Funag, 2012. Volume 3

RUIZ, J. A. **Metodologia Científica**, 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Atlas, 1982.

SANTOS, E. S. **Introducción a História de la Química**. 2. ed. Madrid: Ed. Uned. 2002.

.

APÊNDICE 1

ARAÚJO, D. F.; DE SOUZA MÓL, G. A Radioquímica e a Idade da Terra. **Química Nova na Escola**. V 37 n 3, p. 164- 171, 2015.

BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Michael Faraday e A História Química de Uma Vela: Um estudo de caso sobre a didática da ciência. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 16-23, 2008.

BELTRAN, Maria Helena Roxo. Destilação: a arte de “extrair virtudes”. **Química nova na escola**, v. 4, p. 24-27, 1996.

CALIXTO, C. M. F.; CAVALHEIRO, E. T. G. Penicilina: Efeito do Acaso e Momento Histórico no Desenvolvimento Científico. **Revista Química Nova na Escola**, v. 34, n. 3, p. 118-123, 2012.

CARLOS, A. L.; FILGUEIRAS, A. Espectroscopia e a química da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. **Química Nova na Escola**, v. 3, p. 22-25, 1996.

CHASSOT, A. I. Alquimiando a química. **Química Nova na Escola**, v. 1, p. 20-22, 1995.

CHASSOT, A. I. Raios X e radioatividade. **Química Nova na Escola**, v. 2, n. 2, p. 19-22, 1995.

CHASSOT, Attico. Nomes que fizeram a Química (e quase nunca lembrados). **Química Nova na Escola**, v. 3, n. 5, p. 21-23, 1997.

CHASSOT, A. Biblioteca Alexandrina: a Fênix ressuscitada. **Química Nova na Escola**, v. 16, p. 32-35, 2002.

CHAGAS, A. P. 100 anos de Nobel: Jacobus Henricus van't Hoff. **Química Nova na Escola**, v. 14, p. 25-27, 2001.

CHAGAS, A. P. Teorias ácido- base do século XX. **Química Nova na Escola**, v. 9, p. 28-30, 1999

CRISTHIANE C. F. A História da Síntese de Elementos Transurânicos e Extensão da Tabela Periódica numa Perspectiva Fleckiana. **Química Nova na Escola**, v. 31 n^a 4, p. 246-250, 2009.

DA SILVA RODRIGUES, R.; DA SILVA, R. R. A História sob o Olhar da Química: As Especiarias e sua Importância na Alimentação Humana. **Química Nova na Escola**, v.32 n^a 2, p. 84- 89, 2010

DE OLIVEIRA, J. S.; MARTINS, M. M.; APPELT, H. R. Trilogia: Química, Sociedade e Consumo. **Química Nova na Escola**, v. 32 n 3, p. 140- 144, 2010.

FARIAS, RF dos. As mulheres e o Prêmio Nobel de Química. **Química Nova na Escola**, v. 14, p. 28-30, 2001.

FARIAS, R.F. de. Werner, Jorgensen e o papel da intuição na evolução do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, v. 13, p. 29-33, 2001.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. **Química Nova na Escola**, v. 20, p. 38-44, 2004.

FREITAS-REIS, I.; DEROSI, I. N. O Ensino de Ciências por Marie Curie: Análise da Metodologia Empregada em sua Primeira Aula na Cooperativa de Ensino. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 2, p. 88-92, 2014.

GOUVEIA-MATOS, J. A. M. Pasteur: ciência para ajudar a vida. **Química Nova na Escola**, v. 6, p. 20-22, 1997.

GORRI, A. P.; SANTIN FILHO, O. Representação de Temas Científicos em Pintura do Século XVIII: Um Estudo Interdisciplinar entre Química, História e Arte. **Química Nova na Escola, São Paulo**, v. 31, n. 3, p. 184-189, 2009.

JUSTI, Rosária da S. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas. **Química Nova na Escola**, v. 7, p. 26-29, 1998.

LUFTU, M; ROQUE N. F. História de Eugênia. **Química Nova na Escola**. V. 36 n 4, p. 252-260, 2014.

MARQUES, A. J.; FILQUERAS, C. A. L. Uma Família de Químicos unindo Brasil e Portugal: Domingos Vandelli, José Bonifácio de Andrada e Silva e Alexandre Vandelli. **Química Nova na Escola**, v. 31 n^a 4, p. 251- 256, 2009.

MARTINHO L. G. et al. História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos e Livros Didáticos de Química e Concepção de Ciência. **Química Nova na Escola**. V. 36 n 4, p. 269-279, 2014.

MEDEIROS, A. Aston e a descoberta dos Isótopos. **Química Nova na Escola**, v. 10, p 32-36, 1999.

MELONI, R. A. A Organização da Disciplina de Physica- Chimica na Escala Secundária no Brasil: O caso do Colégio culto à Ciência de Campinas. **Química Nova na Escola**, v 34 n^a 1, p. 35-40, 2012.

MERÇON, Fábio; QUADRAT, Samantha Viz. A radioatividade e a história do tempo presente. **Química Nova na Escola**, v. 19, p. 27-30, 2004.

OKI, M. C. M. Eletricidade e a química. **Química Nova Escola**, n. 12, p. 34-37, 2000.

OKI, M. da C. M. Paradigmas, crises e revoluções: a história da química na perspectiva kuhniana. **Revista Química Nova na escola**, n. 20, p. 32-37, 2004.

OKI, M. da C. M. O congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a realidade atômica no século XIX. **Química Nova na Escola**, v. 26, p. 24-28, 2007.

OKI, M. da C. M. O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. **Química Nova na Escola**, v. 16, p. 21-25, 2002.

PITANGA, Â. F. et al. História da ciência nos livros didáticos de química: eletroquímica como objeto de investigação. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 1, p. 11-17, 2014

PORTO, P. Augusto dos Anjos: Ciência e Poesia. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 30-34, 2000.

PORTO, P. O Alquimista Sendivogius e o Salitre. **Química Nova na Escola**, v.8 p. 28-30, 1998.

ROQUE, N. F. Uma festa no céu-peça em um ato focalizando o desenvolvimento da Química a partir do século XVIII. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 30-33, 2007.

SILVA LIMA, R. L.; PIMENTEL L. C. F.; AFONSO J. C. O Despertar da Radioatividade no Alvorecer do Século XX. **Química Nova na Escola**, v. 33 n^a 2, p. 93-99, 2011.

VIDAL, P. O; CHELONI, F. O.; PORTO, P. A. O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos. **Química Nova na Escola**, v. 26, p. 29-32, 2007.